

# Mittheilungen

über die von der k. k. priv. österr. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft mit der Maschine „Leopoldstadt“ in Temesvár angestellten Versuche.

Von Rudolf Ritter von Grimburg.

(Mit Zeichnungen auf Blatt Nr. 1 bis 12.)

Die österreichische Staats-Eisenbahn-Gesellschaft hatte durch die Uebnahme von drei getrennten Bahnlinien eine grosse Anzahl verschieden construirter Locomotive erhalten, welche fast sämmtlich in öconomischer Beziehung mehr oder weniger den Anforderungen, welche man gegenwärtig zu stellen berechtigt ist, nicht entsprachen.

Es war daher nothwendig, diese älteren Maschinen, deren Leistung im Durchschnitt 9000 Zoll-Ctr. Bruttolast mit 3 Meilen Geschwindigkeit in der Stunde auf horizontaler Bahn beträgt, successive auf den grösstmöglichen Nutzeffect zu bringen.

Das nächste Mittel bestand in der Einführung von Prämien an die Locomotivführer für die Ersparung am Brennmaterial. Dies Mittel hat zwar vorzüglichen Erfolg gehabt, ist aber gegenwärtig bereits so ziemlich an der Grenze angekommen, bei welcher eine weitere Ersparniss nicht mehr gut möglich ist.

Es musste somit an die Anbringung aller jener Constructionsveränderungen gedacht werden, welche auf einen möglichst guten öconomischen Effect von Einfluss sind.

Um in dieser Richtung nun mit voller Sicherheit und den geringsten Kosten vorzugehen, war es nothwendig, sich vorerst von allen Einflüssen der Constructions- und Manipulationsverhältnisse, welche auf die Dampfvertheilung und deren Effect, sowie auf die Dampferzeugung einwirken, die genaueste Rechenschaft zu geben und überhaupt die Grundsätze festzustellen, nach welchen bei den Locomotiven die bestmögliche Leistung in öconomischer Beziehung erreicht werden kann.

Es sind zur Lösung dieser Fragen schon vielfältige Versuche ausgeführt worden, und es müssen in erster Reihe jene erwähnt werden, deren Ergebnisse in den bekannten Werken von Gouin et Lechatelier: „Recherches expérimentales sur les machines locomotives 1845,“ von Clark: „Railway Machinery 1855,“ und von Welkner: „Die Locomotive 1859“ niedergelegt worden sind.

Es sind alle diese Versuche während der Fahrt auf freier Bahn angestellt worden, und obwohl sie daher den Vortheil der unmittelbaren practischen Erfahrung und jenen der Vielseitigkeit in Bezug auf die Gattung der probirten Maschinen für sich haben, so zeigen doch viele derselben gewisse Mängel und Unrichtigkeiten, welche bei einem dem Dienste untergeordneten Verfahren wohl auch schwer vermieden werden können.

Es wurde daher bestimmt, selbstständige durch keine anderweitigen Rücksichten beirrte Versuche auszuführen, welche zur Controle und allfälliger Erweiterung der bisherigen Erfahrungen dienen sollten.

Zu diesem Zwecke wurde beschlossen, alle Versuche an einer Maschine und zwar im gehobenen Zustande mit frei umtreibenden gebremsten Triebrädern vorzunehmen, denn nur durch dieses eigenthümliche Vorgehen wird es möglich gemacht, systematische Reihen aufzustellen, bei welchen die sonst so ungleichen und daher störenden Einflüsse der verschiedenen Witterungsverhältnisse, des verschiedenen Speisewassers oder der verschiedenen Einrichtung der einzelnen Maschinenbestandtheile ausser Spiel gebracht sind. Auch können auf diese Weise die einzelnen gleichzeitigen Beobachtungen mit weit grösserer Schärfe und Sicherheit bewerkstelliget werden, als es unter den Wechselfällen einer freien Fahrt möglich ist.

Mit der Vornahme der Versuche wurde nun der Chef der Werkstätte zu Temesvár, Herr Oberingenieur Büttner beauftragt, welchem die Herren Jirsch, Pollaczek und von Grimburg zur Verfügung standen.

Für diese Versuche wurde die Locomotive „Leopoldstadt“ ausgewählt. Es ist dieselbe eine von W. Günther in Wr.-Neustadt im Jahre 1852 gelieferte Lastzugmaschine. Sie zieht ohne ihr eigenes Gewicht und das des Tenders auf horizontaler Bahn 9000 Zoll-Ctr. Bruttolast mit 3 Meilen Geschwindigkeit in der Stunde. Sie hat vier gekuppelte Triebräder, zwei vordere in einem Drehgestelle befindliche Laufräder und innere Frames.

Die Cylinder liegen aussen, haben innenliegende verticale Schieberkasten und sind unter der Rauchkiste wie gewöhnlich zusammen verbunden. Die Einstörmungsröhren liegen innerhalb des Rauchkastens, vor Abkühlung vollkommen geschützt; die Ausströmröhren treten aus der Bodenfläche des Schieberkastens heraus und vereinigen sich unterhalb des Rauchkastens in ein Rohr, welches vertical aufsteigt und das Blasrohr trägt.

Der Regulator ist in einem Kasten auf dem vorderen Theile des Kessels dicht hinter dem Rauchkasten angebracht. Der Regulatorspiegel liegt horizontal und um 9“ über dem mittleren Wasserstandsniveau im Kessel.

Der Rauchfang besteht aus einem einfachen cylindrischen Rohre mit einem gewöhnlichen Siebfunkenapparate.

Die wesentlichsten Dimensionen der Locomotive sind folgende:

|                                  |        |
|----------------------------------|--------|
| Rostfläche . . . . .             | 11 □'  |
| Freie Fläche . . . . .           | 2 □'   |
| Anzahl der Siederöhren . . . . . | 137    |
| Länge derselben . . . . .        | 13' 6" |

|   |            |
|---|------------|
| Aeusserer Durchmesser . . . . .             | 2"         |
| Heizfläche der Feuerkiste . . . . .         | 59,0 □'    |
| " " Siederöhren . . . . .                   | 968,5 "    |
| Gesamnte Heizfläche . . . . .               | 1027,5 "   |
| Grösste Regulatoröffnung . . . . .          | 12,17 □"   |
| Länge der Einströmungsrohre . . . . .       | 7'         |
| Kleinster Querschnitt derselben . . . . .   | 13,6 □"    |
| Durchmesser der Cylinder . . . . .          | 15" 3"     |
| Somit Kolbenfläche . . . . .                | 182,7 □"   |
| Schädlicher Raum . . . . .                  | 0,17 cub.' |
| Länge der Ausströmungsrohre . . . . .       | 5' 2"      |
| Kleinster Querschnitt derselben . . . . .   | 19,6 □"    |
| Cubischer Inhalt des Rauchkastens . . . . . | 34,5 cub.' |
| Durchmesser des Rauchfangs . . . . .        | 15"        |
| Kolbenhub . . . . .                         | 23"        |
| Leitstangenlänge . . . . .                  | 4' 6"      |
| Durchmesser der Triebräder . . . . .        | 4'         |
| " " Laufräder . . . . .                     | 3' 3"      |

Die Steuerung besteht aus der gewöhnlichen Stephenson'schen Coulissee mit offenen Excenterstangen. Es betrug hierbei die Länge der Excenterstangen . . . . . 4' 6" 1"

Excentricität . . . . . 2" 6"

Länge der Coulissee zwischen den Bolzen der

Excenterstangen . . 11" 2"

Die Schieberdimensionen werden später gegeben werden.

Die Maschine war im guten Zustande, und es wurden die Versuche im Heizhause der Station Temesvár während der Sommermonate 1860 bei durchaus günstiger Witterung ausgeführt.

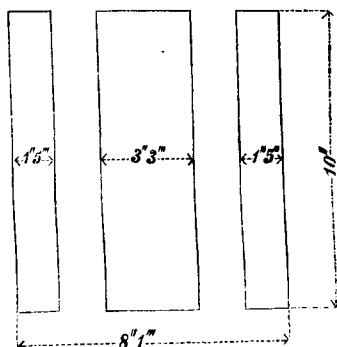
Die Maschine wurde über den Auspitzcanal gestellt, dann so weit gehoben, bis die Triebräder circa 3 Zoll von den Schienen abstanden und sodann mit Schwellern unterbaut. Schliesslich wurden alle Lager mit Keilen festgestellt, so dass die Locomotive förmlich in eine Stabilmaschine verwandelt war.

#### Programm der Versuche.

Neben den Fragen über Dampfvertheilung im Allgemeinen waren es auch jene über die Einrichtung und Wirkung des Blasrohres, welche als von hervorragendem Interesse untersucht werden sollten.

Es wurden jedoch die Blasrohr-Versuche für sich vorgenommen und es werden auch ihre Resultate abgesondert von jenen über die Dampfvertheilung später mitgeteilt werden. Daher wurde bei den zuerst vorgenommenen Versuchen über die Dampfvertheilung stets dasselbe Blasrohr und zwar in derselben Stellung angewendet. Es war dies ein Blasrohr mit runden Klappen, welches unter den verschiedenen Blasrohr-Constructions im Vorhinein als das vortheilhafteste bezeichnet werden konnte, und es betrug die Oeffnung bei beinahe kreisförmigem Querschnitt  $13 \square''$ , somit  $\frac{1}{4}$  der Kolbenfläche. Vor jedem Versuche wurde das Blasrohr auf diese Oeffnung gestellt und es ist daher bei den Versuchen

*Schiebergesicht.*



in Beziehung zu einander der Einfluss des Blasrohres vollständig eliminirt. Auch wurde der relative Einfluss der Regulatorstellung beseitigt, indem der Regulator immer auf dieselbe Oeffnung gestellt wurde. Es wäre allerdings wünschenswerth gewesen, diese Beschränkung zu vermeiden; allein dies hätte auf eine unabsehbare Reihe von combinirten Versuchen geführt, ohne wesentliche Aufschlüsse zu geben; es muss nur bei der Beurtheilung der Resultate darauf Rücksicht genommen werden.

Man ist übrigens dabei von der Erfahrung geleitet worden, dass bei normaler Leistung einer Maschine die grossen Füllungen nur mit einer kleinen Regulatoröffnung zugleich angewendet werden, und es genügte somit, die Regulatoröffnung nur für die kleinen Füllungen gross genug zu wählen.

Da nun erfahrungsmässig bei der Maschine Leopoldstadt für eine mittlere Leistung von 5000 Ctr. mit 4 Meilen Geschwindigkeit und 70 Pfund Kesseldruck die Stellung des Regulators am 5. Zahn als die angemessenste bekannt war, so wurde diese allen Versuchen zu Grunde gelegt. Die entsprechende Regulatoröffnung beträgt  $1,56 \square''$ .

Dies vorausgeschickt, blieben nur mehr der Kesseldruck, die Geschwindigkeit und die Dampfvertheilung im engeren Sinne als veränderliche Elemente. Die Dampfvertheilung selbst kann verändert werden in der Füllung, dem Dampfaustritt, der Compression und dem Dampfeintritte. Als letzter Endzweck bleibt immer die Erkenntniss des Einflusses, welchen jede dieser Grössen auf den öconomischen Effect der Maschine ausübt. Es ist aber bei dem Umstande, dass dieser Effect von allen diesen Grössen zugleich abhängt, durchaus nothwendig, den Einfluss eines jeden dieser Elemente, d. h. den Einfluss des Kesseldruckes, der Geschwindigkeit, der Füllung u. s. w. für sich allein, ganz abgesondert von den übrigen zu bestimmen. Es entstehen auf diese Art ganze Reihen von Versuchen, bei welchen alle Grössen constant bleiben, bis auf diejenige, um deren Einfluss es sich handelt.

Ein solches systematisches Vorgehen ist um so mehr gerechtfertigt, weil nur Reihen, besonders wenn sie über die gewöhnlichen Grenzen hinausgehen, einen sichern Einblick in den Zusammenhang der Zwischenglieder gestatten können.

Es war somit eine Reihe von Versuchen anzustellen, bei welchen bloss der Kesseldruck, eine solche, bei der bloss die Geschwindigkeit etc. variirt wurde.

Die so entstehenden Combinationen mussten jedoch aus practischen Rücksichten innerhalb gewisser Grenzen gehalten werden, und es wurde daher für die Versuche folgendes Programm aufgestellt.

1. Druck im Kessel . . . . . 70, 60, 50, 40 Pfd.
2. Geschwindigkeit . . . . . 2, 4, 6 Meil.
3. Füllung in pCt. des Kolbenlaufes . 75, 60, 45, 30 %
4. Compression " " " 10, 15, 25, 35 "

Der Dampfeintritt und der Dampfaustritt oder das lineare äussere und innere Voreilen sollten gelegentlich berücksichtigt werden.

In der Ausführung konnte man sich übrigens bis auf den Kesseldruck nicht ganz genau an dieses Programm halten. Es konnte z. B. die Geschwindigkeit bloss durch das Bremsen der Triebräder regulirt werden. Da es nun bei der gros-

sen Anzahl von Versuchen zu umständlich gewesen wäre, für eine gewisse Geschwindigkeit den Beharrungszustand erzwingen zu wollen, so musste man sich begnügen, die Beobachtungen für den Beharrungszustand bei überhaupt verschiedenen Geschwindigkeiten abzulesen und daraus jene Versuche auszuwählen, deren Geschwindigkeit jenen des Programms am nächsten lagen. Es mussten daher viel mehr Versuche gemacht werden, als dem Programme zu Folge nothwendig gewesen wären; es gewährte diess jedoch den Vortheil, die Continuität der Beobachtungen besser controliren und solche ausscheiden zu können, welche Irrungen enthielten, was sich übrigens augenblicklich zu erkennen gab. — Auch die Füllungen und Compressionen konnten wegen der Eigenthümlichkeiten der Stephenson'schen Steuerung nicht immer in der gewünschten Weise erzwungen werden, so dass die wirklich ausgeführten Combinationen folgendem Programme entsprechen:

1. Druck im Kessel . . . . . 70, 60, 50, 40 Pfd.
2. Geschwindigkeit im Mittel . . . . . 2, 4, 6 Meil. per Stunde entsprechend . . . . . 70, 130, 190 Umdrehungen pr. Min. oder einer mittleren Kolbengeschwindigkeit von 270, 500, 730 Fss. pr. Minute
3. Füllung in pCt. des Kolbenhubes 76, 65, 45, 35, 30%
4. Compression " " 12, 16, 25, 35 "

Es war besonders umständlich, den gewünschten Grad der Cylinderfüllung und Compression zugleich zu erreichen. Es mussten zu diesem Behufe die äussere und innere Deckung der Schieber, der Angriffspunct der Coulissee und die Voreilungswinkel variirt, und diese Verhältnisse im Vorhinein durch Zuhilfenahme der Zeuner'schen Diagramm-Methode festgestellt werden.

In den angeschlossenen Tabellen, welche die Zusammenstellung der wichtigsten Versuche enthalten, sind daher auch die entsprechenden Zeuner'schen Diagramme für die Mittelwerthe der Schieberstellungen hinzugefügt. Die wahren Schieberstellungen jedoch wurden stets an der Maschine aufgenommen, und es sind diese in die Indicator-Diagramme selbst eingetragen. Dies war um so mehr nothwendig, als bei der äusserst kurzen Leitstange der Maschine „Leopoldstadt“ von 4' 6", also beinahe nur  $4\frac{1}{2}$  facher Kurbellänge die Dampfvertheilung für den Hin- und Rückgang des Kolbens wesentlich verschieden ausfällt. Es muss jedoch gleich bemerkt werden, dass die aus dem Hin- und Rückgange des Kolbens resultirenden mittleren Schieberstellungen mit den Angaben des Zeuner'schen Diagrammes nur um wenige Procente im Maximum differiren. Beinahe alle Füllungen des Programmes wurden erzielt durch die äusseren Deckungen von 12, 15 $\frac{1}{2}$  und 17"; die Compressionen wurden erreicht mit den inneren Deckungen von 0 oder  $\frac{1}{2}$ , 3 $\frac{3}{4}$ , 8 u. 12 $\frac{1}{2}$ ".

Hierbei wurde die Coulissee bloss in 4 Stellungen benützt und zwar am 1., 3., 4. und 5. Zahn.

Der Abstand des Gleitbackens vom

|  |                      |
|--|----------------------|
| Coulissenmittel beträgt am 1. Zahn . . . . . | 4" 8"                |
| " " " 3 " . . . . .                          | 3" 5 $\frac{1}{2}$ " |
| " " " 4. " . . . . .                         | 2" 11"               |
| " " " 5. " . . . . .                         | 2" 4 $\frac{1}{2}$ " |

Die Excenter wurden in 2 Stellungen aufgesteckt, und

zwar mit einem Voreilungswinkel von 25° für beide Excenter und mit einem solchen von 30° für das Vorwärts-Excenter und einem gleichzeitigen von 20° für das rückwärtige.

In Bezug auf die Voreilungswinkel war man dadurch beschränkt, dass beide Excenter aus einem Guss waren und daher nicht unabhängig voneinander verstellt werden konnten.

Wir theilen, wie erwähnt, im Anhange die Resultate der wichtigsten Versuche sammt den zugehörigen Steuerungs- und Indicator-Diagrammen mit. Die Versuche sind in Tabellen zusammengestellt, welche je zu einer constanten Steuerung gehören. Es entspricht dies auch dem wirklichen Vorgange. Es wurden nämlich Schieber und Coulissee nach den vorher ausgemittelten Verhältnissen eingerichtet und gestellt und dann die Versuche bei einem Kesseldrucke von 40–70 Pfd. aufwärts, und bei verschiedenen Geschwindigkeiten ausgeführt. Es wurde jedoch dafür Sorge getragen, dass alle Theile der Maschine durch andauernden Gang derselben vorher in den normalen Zustand gelangt waren, und es wurde stets für das Ablesen der Beobachtungen, welches auf ein gegebenes Zeichen gleichzeitig geschah, der Beharrungszustand abgewartet. Ebenso blieben während der Dauer der Ablesungen von circa 20 Sec. die Feuerung eingestellt, die Aschenkastenklappe geöffnet und die Pumpen geschlossen.

Die Tabellen enthalten sowohl directe Beobachtungsdaten als auch aus diesen abgeleitete Resultate. Direct wurde gemessen: Die Geschwindigkeit, der Druck im Kessel und im Schieberkasten, der Druck im Blasrohr und das Vacuum sowohl in der Rauchkiste als auch an zwei Stellen der Feuerkiste; die übrigen Daten sind aus den bei allen Versuchen aufgenommenen Indicatordiagrammen abgeleitet.

Es war von besonderer Wichtigkeit, den Druck im Schieberkasten zu messen, weil dieser mit dem Dampfdrucke in den Cylindern in unmittelbarem Zusammenhange steht und daher den Einfluss der Regulatoröffnung und den der Einströmungsanäle erkennen lässt. Da sich überhaupt die Cylinderspannung durch fortgesetztes Schliessen des Regulators auf jede beliebige Grenze herunterziehen lässt, so dass der Dampf auf dem Wege vom Regulator in die Cylinder auf jeden beliebigen Druck expandiren muss, so hat der Druck im Schieberkasten bei den vorliegenden Versuchen mit constanter Regulatoröffnung eine besondere Bedeutung.

Der wesentliche Nutzen von Dampfdiagrammen ist einleuchtend, weil sie von der Wirkung des Dampfes von seinem Eintritte in die Cylinder bis zu seinem Austritte ein verlässliches und zugleich anschauliches Bild geben.

Der Druck im Blasrohre ist für die vorliegenden Versuche von untergeordneter Bedeutung, und die Vacua wurden, als ganz zu den Blasrohr-Versuchen gehörig, hier weggelassen.

Es folgt nun in Kürze die Beschreibung der zu den Beobachtungen angewendeten Apparate und der den Tabellen zu Grunde gelegten Berechnungen.

Druck im Kessel. — Der Kesseldruck wurde unmittelbar mit dem für die Werkstätte vorgeschriebenen Controlmanometer gemessen. Es ist dieses ein Gewichtsmanometer von Seiss.

Geschwindigkeit. — Zum Messen der Geschwindigkeit diente ein einfacher Zählapparat, welcher mit der Schieber-

4  
stange in Verbindung stand. Es wurden an dem Apparate die Umdrehungen per Minute abgelesen, und es sind auch diese in die Tabellen eingetragen.

Die Zahlen dieser Columnne geben mit 3,83 multiplicirt die entsprechenden mittleren Kolben-Geschwindigkeiten in Fussen per Minute, und durch 32 dividirt die Geschwindigkeit in Meilen per Stunde.

Um den Widerstand zu erzeugen und die Geschwindigkeit zu reguliren, wurden Prony'sche Zäume angewendet, welche an beide Triebräder angelegt wurden. Die Spurkränze der Räder waren in die eichenen Bremsbacken eingelassen und diese selbst durch Zugstangen gegen seitliches Ausweichen gesichert. Die nähere Einrichtung ist aus der Zeichnung Bl. Nr. I ersichtlich. Um die Leitung der Versuche zu erleichtern, wurde der Zaum des einen Triebrades in einer constanten Spannung erhalten, während jener des anderen Rades hauptsächlich zum Reguliren der Geschwindigkeit gehandhabt wurde.

Die an den Bremsbacken angebrachten Hebelsarme lagen auf Decimalwagen auf, und es sollte auf diese Art direct der Druck des Zaumes gemessen und mit Berücksichtigung der Geschwindigkeit die effective Leistung bestimmt werden. Es zeigten sich jedoch in den Angaben der Dynamometer, trotzdem dass die Wagen stets zu sehr gutem Einspielen gebracht wurden, Widersprüche, so dass man ihnen mit Ueberzeugung nicht die nöthige Zuverlässigkeit beimessen konnte. Es hat dies seinen Grund darin, dass die Dynamometer wegen der so sehr beengten Verhältnisse bei der Locomotive nicht mit der erfahrungsmässig nothwendigen Subtilität ausgeführt und behandelt werden konnten.

Es wurden daher die Zäume nicht so sehr als Dynamometer, sondern als blosse Bremsen benützt, und das genaue Einspielen der Wagen als eine Controle für den Beharrungszustand angesehen. Die Zäume wurden durch einen continuirlichen Wasserstrahl nass gehalten, und sie haben nur in wenigen Fällen, wo durch übermässige Reibung ein Rauchen der Hölzer und in Folge dessen eine Unregelmässigkeit in der Geschwindigkeit erzeugt wurde, den Dienst versagt. Dies war jedoch nur bei hohem Kesseldrucke und bei einer Leistung von über 200 Pferdekraften eingetreten, und wurde dadurch gänzlich vermieden, dass keine zu kleinen Geschwindigkeiten und kein Kesseldruck höher als 70 Pf. genommen wurden.

**Druck im Schieberkasten.** — Der Druck im Schieberkasten wurde durch einen gewöhnlichen Manometer von Schäffer und Budenberg gemessen, welcher vorher nach dem Normal-Manometer rectificirt worden war. Der Manometer war direct an dem Schieberkasten befestigt; der Manometerstand blieb bei den einzelnen Versuchen nicht constant, sondern zeigte regelmässige Schwankungen, welche bei kleinen Füllungen bis 5 Pf., bei grossen jedoch bis 10 Pf. betrugen.

In den Tabellen sind bloss die Mittelwerthe zwischen den abgelesenen Maximal- und Minimalspannungen angesetzt und es erklärt sich hieraus, warum in manchen Fällen der Druck im Cylinder höher ist als der im Schieberkasten.

**Druck im Blasrohre.** — Der Druck im Blasrohre

wurde durch ein offenes Quecksilbermanometer gemessen. Dasselbe war mit einem Rohre in Verbindung, das unmittelbar unter dem Blasrohr-Aufsatz in das Ausströmungsrohr einmündete, und nach abwärts gegen die Richtung des ausströmenden Dampfes gebogen war. Die Scala war nach Pfunden eingetheilt, und es konnten noch Zehntel-Pfunde abgeschätzt werden.

Bei offenem Blasrohre betrugen die Schwankungen kaum 0,2 Pf.

**Dampf-Diagramme.** — Die Dampf-Diagramme wurden mittelst zweier neu construirter Indicators von L. Seiss aufgenommen. Dieselben waren an beiden Enden des rechteitigen Cylinders angebracht, und zeichneten gleichzeitig die Diagramme für die Dampfvertheilung vor und hinter dem Kolben. Die Anwendung zweier Indicators bietet den Vortheil, dass der Verschiedenheit und Unregelmässigkeit in der Dampfvertheilung für den Hin- und Rückgang des Kolbens Rechnung getragen werden kann.

In den Tabellen sind die Diagramme des Indicators gegen die freie Bahn hin mit „vorne“, die des anderen mit „hinten“ bezeichnet. Der Seiss'sche Indicator gibt continuirliche Diagramme; es wurden jedoch dieselben wegen Raumersparniss bei dem Umzeichnen durch einfaches Umlegen der Austrittslinie in die üblichen geschlossenen Diagramme verwandelt. Das Triebwerk zur Abwicklung des Papierstreifens erhält seine Bewegung mittelst starker Darmsaiten, welche über Lauf- und Führungsrollen gehen, direct vom Kreuzkopfe, und es läuft daher das Papier genau proportional der Kolbengeschwindigkeit ab. Es stellen somit die Diagramme direct die Kolbenwege im verjüngten Maassstabe vor und sie können ohne alle weitere Correction benützt werden. Dies ist ein wesentlicher Vorzug vor vielen anderen bekannten Indicators, weil dadurch eine Quelle von Unrichtigkeiten vermieden ist.

Der Indicatoremanometer ist ein Federmanometer mit 3 Spiralfedern. Die den Tabellen beigegebenen Maassstäbe sind mittelst der Controlpumpe eingetheilt. Die Angaben des Manometers sind bis auf 5 Pf. herunter richtig. Unter dieser Grenze sind sie wegen der Unempfindlichkeit der Federn im ungespannten Zustande und der übrigen todten Gänge um 1—2 Pf. unverlässlich. Diese Unrichtigkeiten haben einen unbedeutenden Einfluss bei den höheren Pressungen; bei den niederen Spannungen jedoch werden sie störend und es wurden desshalb die Diagramme bei 40 Pf. Kesselspannung sammt den übrigen Daten weggelassen.

Die in den Diagrammen eingetretenen Hubenden wurden von den Indicators selbst mittelst eigens angebrachter Schreibapparate markirt.

Die Haupt-Schieberstellungen, nämlich Beginn des Dampfeintritts, der Expansion u. s. w., wurden nachträglich in die Diagramme eingetragen. Es wurden bei jedem Versuch stets mehrere Diagramme aufgenommen und das Regelmässigste daraus gewählt.

Zur Beurtheilung der Eigenthümlichkeiten einer jeden Dampfvertheilung bieten offenbar der entsprechende Dampfverbrauch und die relative Leistung die besten Anhaltspunkte. Es sind daher diese selbst sowie auch der Uebersicht wegen die zu ihrer Berechnung aus den Diagrammen ermittelten Da-



ten in die Tabellen aufgenommen. Für die Berechnung der Leistungen wurde die gewöhnliche Pferdekraft von 25420 Fuss-Pfunde per Minute zu Grunde gelegt. Misst man in den Diagrammen die Ordinaten nach dem Maassstabe für den Dampfdruck in Pfunden, und die Abscissen nach dem Maassstabe für die Kolbenwege in Fuss, so stellen die Flächen je zweier zusammen gehöriger Diagramme genau die Leistung des Dampfes in einem Cylinder während einer Umdrehung im Fusspfunden vor. Zieht man daher für den Hingang des Kolbens die ganze Diagramm-Fläche, welche dem Gegendrucke vor dem Kolben entspricht, von der Diagramm-Fläche, welche dem wirksamen Drucke hinter dem Kolben zugehört, ab, und ebenso für den Rückgang, so gibt die Summe der restirenden Flächen die von dem Dampfe während einer Umdrehung in einem Cylinder geleistete effective Arbeit in Fusspfunden.

Diese Arbeit mit der Anzahl Umdrehungen per Minute multiplicirt, durch 25420 dividirt und für beide Cylinder zweimal genommen gibt die Leistung der ganzen Maschine in Pferdekraften.

Die Diagrammflächen wurden ganz einfach als Rechtecke berechnet von der Länge des Kolbenhubes und von der Höhe der mittleren Ordinate. Die mittleren Ordinaten wurden aus 10 und bei unregelmässigen Diagrammen aus mehr Ordinaten gezogen.

Es ist klar, dass die so berechneten Leistungen den theoretischen Effect der Maschine darstellen. Es müssten davon noch die Reibungswiderstände der Maschine abgezogen werden, um den reinen Nutzeffect zu erhalten. Da jedoch die Reibung mit dem Drucke wächst und ebenso ihre Arbeit mit der Geschwindigkeit, so steht die Leistung der Reibungswiderstände der Maschine nahezu in einem constanten Verhältnisse zur ganzen theoretischen Leistung. Es ist aus diesem Grunde zulässig, die gegebenen theoretischen Effecte statt der eigentlichen Nutzeffecte direct zu vergleichen.

Der Dampfverbrauch wurde dem Gewichte nach berechnet und das Wiener Pfund als Einheit angenommen. Derselbe ist auf die genaueste Weise bestimmt worden. Es muss nämlich berücksichtigt werden, dass bei jedem Kolbenhube ein Quantum Dampf von der Grösse des schädlichen Raumes und der Endspannung der Compression in dem Cylinder zurückbleibt, somit als rückgewonnen betrachtet werden muss. Da jedoch die Spannung dieses im schädlichen Raume comprimirt Dampfes meist von der Spannung des admitirenden Dampfes verschieden ist, so wird bei der Admission einmal Dampf vom Schieberkasten in den schädlichen Raum, einmal umgekehrt vom schädlichen Raum in den Schieberkasten treten, bis Gleichgewicht hergestellt ist.

Um daher der Compression gerecht zu werden, wurde bei der Berechnung des Dampfverbrauches das ganze Quantum Dampf des schädlichen Raumes von der Endspannung der Compression von der eigentlichen Füllung abgezogen, und dafür ein Quantum Dampf vom Inhalte des schädlichen Raumes und von der Anfangsspannung der Admission zugeschlagen.

Es ist hiebei zu bemerken, dass der Dampf während der Füllung selbst etwas expandirt, so dass also eigentlich zur Bestimmung des der Füllung entsprechenden specifischen Gewichtes die Spannung am Ende der Füllung genommen wer-

den soll. Da es sich jedoch herausgestellt hat, dass während der Expansion Dampf condensirt, so wurde, um den Dampfverbrauch nicht zu niedrig zu greifen, das specifische Gewicht, welches dem mittleren Drucke während der Füllung entspricht, dieser zu Grunde gelegt.

Das auf diese Art ermittelte Dampfquantum für den Hingang und für den Rückgang des Kolbens zusammen, und für beide Cylinder zweimal genommen, gibt den ganzen Dampfverbrauch während einer Umdrehung, und mit der Anzahl Umdrehungen per Minute multiplicirt den Dampfverbrauch per Minute.

Die letzte Columne der Tabellen enthält endlich den Dampfverbrauch auf die Pferdekraft und Stunde bezogen. Da der Dampfverbrauch im ganz directem Bezuge zu dem Verbräuche an Brennmaterial steht, so kann man aus der Vergleichung dieser Zahlen die sichersten Anhaltspunkte für die Erreichung einer rationellen und öconomischen Dampfvertheilung bei Locomotiven gewinnen.

Wir würden jedoch einerseits die Grenzen einer Mittheilung weit überschreiten, anderseits vielmal Gesagtes nochmals zu wiederholen gezwungen sein, wollten wir eine umfassende wissenschaftliche Bearbeitung des mitgetheilten Materials liefern. Wir beschränken uns daher auf eine ganz kurze Kritik. Vorerst wollen wir jedoch auf einige interessante Erscheinungen aufmerksam machen, welche sich aus der Betrachtung der Diagramme allein ergeben. Hiebei wollen wir die einzelnen Phasen der Dampfvertheilung in ihrer natürlichen Ordnung verfolgen.

#### a) F ü l l u n g.

Die Diagrammlinie während der Füllung bildet naturgemäss eine mehr oder weniger gerade horizontale Linie. Nur gegen das Ende hin fällt die Linie und geht continuirlich in die Expansionslinie über, weil durch das allmälige Schliessen der Schieberöffnung die Expansion bereits eingeleitet wird. Ungenügende Canalöffnung hat sich hauptsächlich als störend für die Füllung erwiesen. Es findet in einem solchen Falle schon während der Füllung eine starke Expansion statt und die Diagrammlinie fällt bedeutend. Dies tritt schon bei einer grössten Schieberöffnung von 6''' mit einer entsprechenden Canalöffnung von  $\frac{1}{16}$  Kolbenfläche ein, wie es die Diagramme Nr. 58, 59 und 75 deutlich zeigen. Noch auffallender zeigt sich das Herunterziehen der Füllungslinie in den Diagrammen Nr. 90 u. s. w., welchen eine Schieberöffnung von  $3\frac{1}{2}$ ''' oder eine Canalöffnung von circa  $\frac{1}{60}$  Kolbenfläche entspricht. Es dürfte demnach eine Einstromungsöffnung von  $\frac{1}{30}$  Kolbenfläche als die unterste Grenze für eine regelmässige Füllung mit constantem Drucke angesehen werden.

Dem entsprechend hängt auch der mittlere Füllungsdruck nicht nur von dem Drucke im Schieberkasten, sondern auch von der Schieberöffnung selbst ab. Vergleicht man den mittleren Admissionsdruck der einzelnen Diagramme mit dem zugehörigen mittleren Drucke im Schieberkasten, so findet sich, dass, von der Länge der Füllung unabhängig, der Admissionsdruck bei 12''' Schieberöffnung oder einer Canalöffnung von  $\frac{1}{18}$  Kolbenfläche ungefähr 90% und bei einer Schieberöffnung von 3''' oder  $\frac{1}{70}$  Kolbenfläche nur mehr 70% vom Drucke im Schieberkasten beträgt.

Der Druck im Schieberkasten selbst hängt jedoch unter gleichen Umständen lediglich von dem Dampfquantum ab, welches in gleichen Zeiten von den Cylindern verbraucht wird. Constanten Kesseldruck und constante Regulatoröffnung vorausgesetzt, muss daher der Schieberkastendruck in dem Verhältnisse wachsen, als die Grösse der Füllung und die Geschwindigkeit abnimmt. Diese bekannte natürliche Anschauung wird auch durch die vorliegenden Versuche durchgehend bestätigt.

Um zur Beurtheilung des Einflusses der Geschwindigkeit numerische Anhaltspunkte zu gewinnen, wollen wir einige Fälle zusammen stellen, welche, mit Ausnahme der Geschwindigkeit, ganz gleichen Verhältnissen entsprechen:

#### Kesseldruck 70 Pfd.

| Versuchs-Nr.                  | Umdrehungen pr. Minute | Druck im Schieberkasten |                       |
|-------------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|
|                               |                        | in Pfunden              | in % d. Kesseldruckes |
| Füllung 76%, Compression 11%. |                        |                         |                       |
| 1                             | 78                     | 40,5                    | 58%                   |
| 2                             | 150                    | 24,5                    | 35 "                  |
| 3                             | 174                    | 23,0                    | 32 "                  |
| Füllung 76%, Compression 16%. |                        |                         |                       |
| 13                            | 87                     | 37,5                    | 53%                   |
| 14                            | 120                    | 30,0                    | 43 "                  |
| 15                            | 168                    | 27,0                    | 38 "                  |

Aehnliche Reihen lassen sich aus allen Versuchen aufstellen, welche zwischen denselben Grenzen der Geschwindigkeit liegen; es ist jedoch nicht gelungen für die Abhängigkeit des Schieberkastendruckes von der Geschwindigkeit eine einfache Formel zu finden, welche mit den Versuchen übereinstimmende Resultate gegeben hätte.

Folgende Beispiele sollen den Einfluss der Füllung ersichtlich machen. Sie entsprechen alle einer Geschwindigkeit von ungefähr 4 Meilen und einer Compression von circa 20% des ganzen Hubes.

| Versuchs-Nr.          | Füllung in %<br>des Hubes | Druck im Schieberkasten |                       |
|-----------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|
|                       |                           | in Pfunden              | in % d. Kesseldruckes |
| Kesseldruck 70 Pfund: |                           |                         |                       |
| 14                    | 76                        | 30                      | 43                    |
| 40                    | 64                        | 40                      | 57                    |
| 57                    | 49                        | 50                      | 71                    |
| 90                    | 35                        | 62                      | 88                    |
| 99                    | 31                        | 65                      | 93                    |
| Kesseldruck 60 Pfund: |                           |                         |                       |
| 16 u. 17              | 76                        | 25                      | 41                    |
| 42                    | 64                        | 32                      | 53                    |
| 60                    | 49                        | 45                      | 75                    |
| 93                    | 35                        | 52                      | 87                    |
| 102                   | 31                        | 52,5                    | 87                    |

Es kann ferner im Vorhinein nicht geläugnet werden, dass auch die Compression einen Einfluss auf den Druck im Schieberkasten haben müsse. Denn da durch hohe Compressionen ein beträchtlicher Theil des admittirten Dampfes und zwar in sehr hoch gespanntem Zustande wieder in den Schieberkasten zurückgeführt wird, so ist anzunehmen, dass dadurch die Spannung des Dampfes im Schieberkasten erhöht wird, so dass eine hohe Compression in Bezug auf den Druck im Schieberkasten einer kleineren Füllung gleich käme. Es lässt sich in der That dieses Verhalten an mehreren Fällen nachweisen. Beispielsweise führen wir 3 Versuche an, welche

sich auf eine Füllung von 65%, eine Geschwindigkeit von 4 Meilen und einen Kesseldruck von 60 Pfd. beziehen.

| Nr. | Compression in % | Druck im Schieberkasten |                       |
|-----|------------------|-------------------------|-----------------------|
|     |                  | in Pfunden              | in % d. Kesseldruckes |
| 33  | 11               | 27,5                    | 46                    |
| 43  | 26               | 30,0                    | 50                    |
| 51  | 38               | 40,0                    | 67                    |

Die meisten Versuche zeigen jedoch keine so auffallenden Differenzen, und viele lassen geradezu das Gegentheil erkennen. Es scheint somit die Erhöhung des Druckes im Schieberkasten durch die Compression so unbedeutend zu sein, dass sie hinter anderen zufälligen Einwirkungen verschwindet. Da endlich, wie oben bemerkt wurde, der mittlere Füllungsdruck bloss von dem Drucke im Schieberkasten und der Schieberöffnung abhängig ist, so lässt sich derselbe auch unmittelbar auf den Kesseldruck zurückführen, und man kann sagen, dass der mittlere Admissionsdruck im Cylinder desto höher ist, je höher der Kesseldruck, je kleiner die Füllung und die Geschwindigkeit, und je grösser die Schieberöffnung ist.

Es ist jedoch weiter bei der Stephenson'schen Steuerung, wie überhaupt bei jeder Steuerung mit einem Schieber, nicht möglich die Schieberöffnung willkürlich mit der Füllung zu combiniren, sondern es nimmt die Schieberöffnung gleichzeitig mit der Füllung ab und zu. Es schliesst somit die Grösse der Füllung den Einfluss der Schieberöffnung auf den Füllungsdruck schon in sich und man kann rationell sagen, dass der mittlere Admissionsdruck mit dem Kesseldrucke wächst, und mit der Füllung und der Geschwindigkeit abnimmt.

In folgender kleinen Tabelle sind einige Fälle zusammengestellt, welche sich auf einen Kesseldruck von 70 Pfd. und auf eine Geschwindigkeit von circa 4 Meilen beziehen.

| Nr. | Füllung in % des Hubes | Mittlerer Füllungsdruck |                       |
|-----|------------------------|-------------------------|-----------------------|
|     |                        | in Pfunden              | in % d. Kesseldruckes |
| 14  | 76                     | 27,5                    | 39                    |
| 40  | 64                     | 40                      | 57                    |
| 57  | 49                     | 42                      | 60                    |
| 90  | 35                     | 45                      | 65                    |
| 99  | 31                     | 48                      | 69                    |

Es steigt in dieser Tabelle der Admissionsdruck von 76% Füllung abwärts und erreicht bei 31% das Maximum; es ist somit bei 31% Füllung noch nicht die Grenze erreicht, wo der Vortheil der kleinen Füllung durch den Nachtheil der kleinen Schieberöffnung von bloss 1% Kolbenfläche aufgehoben würde.

Es muss ferner bemerkt werden, dass obige Zahlen einer Regulatoröffnung von 1,56" entsprechen und es ist nicht zu bezweifeln, dass sie sich bei grösseren Oeffnungen viel höher stellen werden, ohne dass jedoch ihr Verhältniss wesentlich geändert würde.

Es wurde bereits angedeutet, dass die Füllungen für den Hin- und Hergang des Kolbens wegen der kürzeren Leistanze bei der Maschine Leopoldstadt sehr verschieden ausfallen; ein ähnlicher Unterschied zeigt sich auch in dem entsprechenden Admissions-Druck bei allen Diagrammen, und zwar ist derselbe für den Rückgang grösser als für den Vor-

**Weggang des Kolbens.** Diese Differenzen betragen jedoch nur wenige Pfunde bis 5 Pfd. im Maximum, und lassen sich aus den für den symmetrischen auf gleiches Voreilen gestellten Schieber beobachteten ungleichen Schieberöffnungen erklären.

Auf die Admission hat unzweifelhaft auch das äussere lineäre Voreilen einen Einfluss. Um diesen beurtheilen zu können, wurden bei den verschiedenen Versuchen die Steuerungen mit verschiedenen linearen Voreilen eingerichtet. Es finden sich jedoch in den Diagrammen gute und schlechte Admissionen so willkürlich auf die verschiedenen Voreilen vertheilt, dass man den grossen Einfluss, welchen man dem Voreilen zuzuschreiben gewohnt ist, durchaus nicht bestätigen, wenigstens nicht auffinden kann. So z. B. findet bei der Dampfvertheilung der Tabelle VIII nicht nur kein Voreilen, sondern sogar ein Nachtheilen von  $1\frac{1}{2}''$  statt, und dennoch haben die zugehörigen Diagramme eine vollkommen regelmässige scharfe Admissionslinie. Es scheint uns dies auch nicht auffallend, weil zur Zeit des Dampfeintrittes die Kolbengeschwindigkeit beinahe 0 ist, während der Schieber im Maximum der Geschwindigkeit sich befindet. Es ist daher die Zeit, welche der Schieber zur Oeffnung des Eintrittscanals braucht, sehr klein und entspricht in jedem Falle einem Bruchtheile eines Percentes des Kolbenweges und der Kolben bewegt sich bei Beginn des Hubes so langsam, dass die kleinste Ritze genügen wird, um den Dampf mit dem nöthigen Drucke zu admittiren. Andere Diagramme, wie z. B. jene der Tabellen XI und XII lassen indess den Mangel an linearem Voreilen durch eine Abrundung zu Anfang der Admissionslinie erkennen, obwohl die Admission deshalb nicht alterirt erscheint.

Den entschiedensten und störendsten Einfluss auf den Beginn der Admission haben hohe Compressionen gezeigt. Sobald nämlich der in dem schädlichen Raume comprimire Dampf eine geringere oder wenigstens nicht höhere Spannung hat als der frische Admissionsdampf, so findet eine ruhige Mischung der beiden Dämpfe statt, und die Compressionscurve schliesst sich am todten Punkte durch eine senkrechte Linie scharf an die gerade Füllungslinie an, so z. B. Diag. Nr. 1. Manchmal ist der todte Punkt nur durch eine ganz kleine, subtile Einsenkung im Diagramme gekennzeichnet, z. B. Nr. 2, 3 u. s. w.

Wenn jedoch der Compressionsdampf von höherer Spannung ist, als der frische Dampf des Schieberkastens, so findet eine wellenförmige Ausgleichung der beiden elastischen Körper statt, welche in allen Diagrammen durch eine mehr oder minder starke Einsattlung angedeutet ist, z. B. Diag. Nr. 19, 21 u. s. w.

Bei sehr hohen Compressionen findet diese Ausgleichung erst nach mehreren Schwankungen statt, welche sich bis in die Mitte der Füllung hinausziehen; ja die Diagramme Nr. 25 und 26 zeigen eine Erscheinung, welche den Schwingungen einer gespannten Saite ähnlich ist und es scheint, dass die geänderte physikalische Beschaffenheit des Compressionsdampfes eine nicht unwesentliche Rolle mitspielt. Es ist höchst wahrscheinlich, dass die Schwankungen der Diagrammlinie theilweise auch von der Elasticität der Indicatorfedern herühren dürften. Es ist diess ein bekannter Uebelstand des Watt'schen und Nasmyth'schen Indicators, welcher besonders

auffallend wird, sobald dieselben bei sehr hohen Spannungen benützt werden. Bei vorliegenden Diagrammen treten aber diese Schwankungen zu vereinzelt auf, um bloss den Indicatoren zugeschrieben werden zu können.

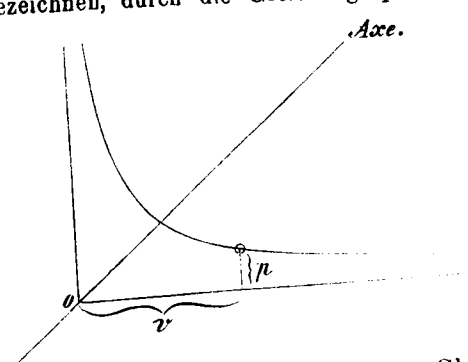
Uebrigens verursachen sie keinen so bedeutenden Fehler in der ganzen Diagrammfläche, weil sie sich nach dem Grundsatz, dass Action und Reaction gleich sind, nahezu compensiren müssen. Wir haben indess vorgezogen, die Diagrammlinien in ihrer ursprünglichen Form zu belassen, statt das übliche und zwar gewagte Experiment auszuführen, dieselben nach mehr oder weniger individuellen Anschauungen zu rectificiren.

Die bezeichneten Pulsationen sind von sehr nachtheiligem Einfluss auf die Füllung, weil sie den mittleren Admissionsdruck durch wechselnde Condensation heruntermziehen. Insoferne wäre allerdings ein grosses Voreilen von Nutzen, weil dann die Ausgleichung der ungleich gespannten Dämpfe wenigstens zum Theil am todten Punkte vor sich gehen kann.

Das einfachste und sicherste Mittel wird jedoch immer in der Vermeidung der Compressionen selbst liegen. Um schliesslich dem Voreilen in jeder Beziehung gerecht zu werden, wollen wir noch darauf aufmerksam machen, dass ein grosses Voreilen bei gleicher Füllung und gleicher Maximal-Schieberöffnung eine verhältnissmässig grössere mittlere Canalöffnung gibt.

### b) Expansion.

Die Expansionslinien der Diagramme zeigen noch grössere Unregelmässigkeiten als die Linien der Admission. Es ist bekannt, dass der gesättigte Dampf während der Expansion practisch nahe genug dem Mariotte'schen Gesetze folgt, und zwar haben Diagramme, welche an einer stabilen Expansionsmaschine von Morin mit grosser Sorgfalt aufgenommen und berechnet worden sind, gezeigt, dass die wirklichen Diagrammflächen von jenen, welche nach dem Mariotte'schen Gesetze gezeichnet wurden, bis zu einer 6fachen Expansion nicht mehr als um  $\frac{1}{10}$  differirten. Da nun das Mariotte'sche Gesetz, wenn wir mit  $V$  das Volumen und mit  $p$  den zugehörigen Druck bezeichnen, durch die Gleichung  $vp = v_1 p_1 = c$  aus-



gedrückt wird und dies zugleich auch die Gleichung einer auf ihre Asymptoten bezogenen Hyperbel ist, so müssten die Expansionslinien der Diagramme auch nach Hyperbeln gekrümmt sein.

Es findet sich in der That auch diese Curve in allen Diagrammen characterisirt, jedoch geht die Füllungslinie immer allmählig in die Expansionslinie über, was darin seine natürliche Begründung findet, dass die Canalöffnung nicht

plötzlich, sondern allmählich geschlossen wird. Es zeigen aber viele Diagramme ganz ausserordentliche Abweichungen, aus welchen geschlossen werden muss, dass die Expansion des Dampfes in den Locomotiv-Cylindern unter ganz ungewöhnlichen Verhältnissen vor sich gehen kann. Der wesentlichste Einfluss muss offenbar der Temperatur des Cylinders zugeschrieben werden.

Der Cylinder kommt während eines einzigen Kolben-spieles viermal mit Dampf von verschiedener Spannung (Füllung, Expansion, Ausströmung, Compression) und mithin auch von verschiedener Temperatur in Berührung; er wird daher muthmasslich eine mittlere Temperatur annehmen, welche natürlich von der Dauer und Beschaffenheit der einzelnen Dampf-Vertheilungs-Perioden abhängen wird. Der Cylinder wird daher während der Expansion, wo der Dampf von aussen abgeschlossen ist, als Ausgleicher wirken und unter Umständen dem Dampfe Wärme entziehen oder an denselben Wärme abgeben. Da nun die Temperatur des Cylinders bei verschiedenen Dampfvertheilungen verschieden sein wird, so erklären sich hieraus die verschieden gestalteten Expansionslinien bei verschiedenen Diagrammen. Es ist namentlich einzusehen, dass lange und niedere Füllungen eine verhältnissmässig hohe, während kurze und hohe Füllungen eine mittlere Cylindertemperatur erzeugen werden, welche viel niedriger liegt als die Temperatur des Admissionsdampfes.

Es wird daher im ersten Falle der Dampf während der Expansion vom Cylinder Wärme aufnehmen, welche mitgerissenes oder während der Füllung condensirtes Wasser verdampfen und den Expansionsdruck erhöhen wird. Ja es findet sich in den Diagrammen der mit hohen Compressionen behafteten Steuerungen der Tabelle VI, Diagr. Nr. 48, 49, sogar ein bedeutendes Hinaufgehen der Expansionscurve gegen das Ende hin, was nur dadurch erklärt werden kann, dass der Cylinder durch die hohen Füllungen und Compressionen eine sehr hohe Temperatur angenommen hat, so dass der Dampf gegen das Ende des Hubes, wo zugleich die Kolbengeschwindigkeit klein ist, sehr viel Wärme aufnehmen und dadurch trotz der fortgesetzten Expansion an Spannung zunehmen konnte. Noch bestimmter lässt sich dieses Verhalten erkennen, wenn man die Quantitäten Dampf vergleicht, welche zu Anfang und Ende der Expansion als solcher in dem Cylinder enthalten sind. Das Diagramm Nr. 48 hinten z. B. hat eine Füllung von 49%. Dieser entspricht, den schädlichen Raum mit eingerechnet, ein cubischer Inhalt von 1,347 Cubicfuss. Aus dem Diagramm ergibt sich bei 49% Kolbenweg ein Druck von 25 Pfund. Bei 25 Pfund Spannung wiegt aber 1 Cubicfuss Dampf 0,091 Pfund; somit waren bei Beginn der Expansion 0,1226 Pfund Dampf im Cylinder enthalten.

Das Ende der Expansion liegt bei 100% Kolbenweg. Der Inhalt des Cylinders sammt schädlichem Raum beträgt 2,42 Cubicfuss. Der Druck bei 100% beträgt aus dem Diagramme 14,8 Pfund. Dampf von dieser Spannung wiegt 0,065 Pfd. per Cubicfuss; es waren somit zu Ende der Expansion 0,1573 Pfund Dampf oder 0,0347 Pfund Dampf mehr im Cylinder enthalten als zu Anfang. Es müssen daher während

der Expansion 0,0347 Pfund Wasser oder 30% der ursprünglichen Dampf-Quantität verdampft worden sein. Es ist allerdings auch möglich, dass der Dampf zu Ende der Expansion überhitzt war, so dass das seiner Spannung entsprechende Gewicht um 0,065 Pfund zu hoch gegriffen ist; es scheint uns dies jedoch nicht wahrscheinlich, weil das mechanisch mitgerissene und in dem Dampfe vertheilte Wasser, welches erfahrungsmässig dem Gewichte nach einige 20 % beträgt, denselben immer im Sättigungszustande erhalten dürfte.

Äehnliche, wenn auch nicht immer so scharf ausgeprägte Resultate geben die übrigen Diagramme mit hohen Expansionslinien. Das umgekehrte Verhalten zeigen dagegen die Diagramme mit hohen und besonders mit kurzen Füllungen, z. B. Nr. 81, 82, 99. Die Expansionslinie fällt unverhältnissmässig und lässt dadurch auf eine niedere Cylindertemperatur schliessen. Führt man z. B. an dem Diagramme Nr. 82 eine der früheren ähnliche Berechnung durch, so ergibt sich zu Anfang der Expansion eine Dampfquantität von 0,2375 Pfund und zu Ende eine solche von nur 0,1718 Pfund. Es müssen daher in diesem Falle, und zwar hier ohne Zweifel während der Expansion, 0,0657 Pfund Dampf oder wieder circa 30% condensirt worden sein.

Diese Thatsache liesse sich auch nach den Anschauungen der mechanischen Wärmetheorie erklären, nach welcher dem Dampfe so viel innere Wärme entzogen wird, als zur Verrichtung der geleisteten äusseren Arbeit nothwendig ist; allein dies verursacht noch immer nicht eine Condensation von 30%.

Es geht jedenfalls daraus hervor, dass bei langen Expansionen ein Theil der Expansionswirkung durch die Condensation des Dampfes verloren geht. Um die restirende Mehrleistung der Expansion beurtheilen zu können, ist es angezeigt, den von der Füllung herrührenden Druck und den von der Expansion herrührenden auf den ganzen Kolbenweg reducirt, abgesondert darzustellen und zu vergleichen. In folgender Tabelle sind für die bereits bei der Füllung angezogenen Diagramme die Mittelwerthe aus dem Hin- und Rückgange des Kolbens zusammen gestellt. Die Diagramme beziehen sich auf einen Kesseldruck von 70 Pfund, eine Geschwindigkeit von circa 4 Meilen und 20% Compression.

| Nr. | Füllung in %<br>des<br>Kolbenweges | Druck wäh-<br>rend der Fül-<br>lung in Pfd. | Druck während d. Expansion |                               |
|-----|------------------------------------|---|----------------------------|-------------------------------|
|     |                                    |   | in Pfd.                    | in % des Fül-<br>lungsdruckes |
|     |                                    | auf den Kolbenweg reducirt                  |                            |                               |
| 14  | 76                                 | 20,5  | 4,2                        | 20                            |
| 40  | 64                                 | 23,5  | 6,2                        | 26                            |
| 57  | 49                                 | 17,6  | 5,2                        | 30                            |
| 90  | 35                                 | 14,4  | 9,1                        | 63                            |
| 99  | 31                                 | 14,7  | 12,8                       | 87                            |

Berücksichtigt man von Nr. 99 bloss das Diagramm hinten, so ergibt sich für eine Füllung von bloss 15%, 6,2 Pfund als von der Füllung und 13,6 Pfund als von der Expansion herrührend. Es beträgt also bei 15% Admission die Leistung der Expansion sogar 220% von jener der Admission. Die Zahlen, welche auf evidente Weise den Vortheil der Expansion darthun, dürfen jedoch durchaus nicht als Maassstab für die Beurtheilung der Expansionswirkung genommen werden, weil durch Abzug des constanten Gegendruckes während der Ausströmung die Nutzwirkung der Expansion

ganz verändert wird, und weil bei jeder Steuerung mit einem Schieber mit der Expansion zugleich auch die Compression wächst und daher der Gegendruck gleichzeitig zunimmt. In wie weit nun der Nutzen der Expansion durch den Nachtheil des gesamten Gegendruckes beeinträchtigt oder aufgehoben wird, kann am einfachsten nur aus der Vergleichung der bezüglichen Gesamtleistungen und des Dampfverbrauches erkannt und soll daher später angedeutet werden.

### c) Ausströmung.

Die Drucklinie der Dampfausströmung bildet bei allen Diagrammen eine überraschend regelmässige gerade, beinahe horizontale Linie.

Es ist auch die Spannung während der Ausströmung gegen andere bekannt gewordene Messungen verhältnissmässig niedrig, so dass der Querschnitt der Ausströmungsröhren von 19,6 □" oder  $\frac{1}{6}$  Kolbenfläche als günstig angesehen werden muss, sowie auch das offene Blassrohr von 13 □" oder  $\frac{1}{4}$  Kolbenfläche.

Die Dampfspannung während der Ausströmung ist hauptsächlich durch die grosse Ausströmungs-Geschwindigkeit bedingt, welche der Dampf haben muss, um dem Kolben auszuweichen. Bei einer mittleren Kolbengeschwindigkeit von 500' pr. Minute hat der Kolben bei dem rechtwinkligen Stande der Kurbel eine Geschwindigkeit von 25' pr. Secunde. Es muss daher in diesem Momente, wenn wir für die Ausströmung eine mittlere Canalöffnung von  $\frac{1}{20}$  Kolbenfläche voraussetzen, der Dampf mit einer Geschwindigkeit von 500' pr. Stunde ausströmen, um vor dem Kolben entweichen zu können.

Es muss daher die Spannung, welche der Dampf haben muss, um die nöthige Ausflussgeschwindigkeit zu erzeugen, mit der Kolbengeschwindigkeit wachsen und mit der Austrittsöffnung abnehmen.

Andererseits hängt diese Spannung auch von der Menge des admittirten Dampfes oder von der Endspannung der Expansion ab. Da jedoch bei grossen Füllungen die Endspannung der Expansion gross, jedoch wegen der grossen Schieberwege auch zugleich die Austrittsöffnung gross ist und ebenso umgekehrt bei kleinen Füllungen, so bleibt das Verhältniss der Ausströmungs-Oeffnung zur entweichenden Dampfmenge im Allgemeinen ziemlich constant, und es lassen sich in der That aus den Diagrammen für den Ausströmungsdruck keine regelmässigen Differenzen auffinden. Bei inneren Deckungen von 0 bis 12 $\frac{1}{2}$ " finden sich die Canäle von 9"—17", das ist von  $\frac{1}{24}$  bis  $\frac{1}{12}$  Kolbenfläche und zwar bei verschiedenen Füllungen, geöffnet und dennoch beträgt der Gegendruck während der freien Ausströmung fast in allen Fällen circa 2,5 Pfd. pr. □". Die äussersten Grenzen liegen bei 1 und 4 Pfd. und es scheint die grössere oder geringere Nässe des Dampfes am meisten hierauf einzuwirken, indem dadurch die Ausflussgeschwindigkeit des Dampfes wesentlich modificirt wird.

Jedenfalls sind die Umstände, welche bei offenem Blasrohr und einer Canalöffnung von mindestens  $\frac{1}{24}$  Kolbenfläche auf den Gegendruck während der freien Ausströmung Einfluss haben, practisch verschwindend und so subtil, dass sie aus dem Diagramme nicht entnommen werden können,

weil, wie erwähnt, die Indicatorangaben gerade an dieser Grenze um ein paar Pfd. unsicher sind.

Selbst die vollkommen genauen Angaben des Blasrohr-Barometers geben keine bestimmteren Resultate. Sie zeigen nur, wie aus jeder Tabelle ersehen werden kann, dass der Gegendruck mit der Kesselspannung zugleich abnimmt, dass er jedoch mit der Geschwindigkeit und mit der Füllung in keinem Zusammenhange steht. Für verschiedene Füllungen sind beispielsweise in folgendem einige Fälle zusammengestellt. Sie beziehen sich wieder auf einen Kesseldruck von 70 Pfd. und circa 4 Meilen Geschwindigkeit.

| Nr. | Füllung in %<br>des Hubes | Mittlerer Gegen-<br>druck der Aus-<br>strömung im<br>Diagramme | Druck im Blas-<br>rohr in Pfdn. |
|-----|---------------------------|--|---------------------------------|
| 2   | 76                        | 2,0  | 0,60                            |
| 14  | 76                        | 3,2  | 0,80                            |
| 31  | 66                        | 2,7  | 0,72                            |
| 66  | 45                        | 2,7  | 0,60                            |
| 57  | 49                        | 2,5  | 0,70                            |
| 90  | 35                        | 2,2  | 0,52                            |
| 100 | 31                        | 2,5  | 0,64                            |

Eine interessante Erscheinung zeigen die Diagramme beim Beginne der Ausströmung. Wenn nämlich dieser an das Ende oder nahe an das Ende des Kolbenhubes fällt, was immer bei grossen inneren Deckungen oder grossen Füllungen stattfindet, so fällt die Diagrammlinie am Ende der Expansion plötzlich, und es ist das augenblickliche Entweichen des Dampfes beim Beginn des Kolbenhubes durch eine verticale Linie am toten Punkte des Diagrammes gekennzeichnet. Diese Linie fällt jedoch nicht ganz bis zum constanten Gegendruck, sondern geht durch eine Curve in die horizontale Ausströmungslinie über, so z. B. die Diagramme Nr. 13, 14.

Bei kleinen Füllungen aber und kleinen inneren Deckungen beginnt die Ausströmung vor dem Ende des Kolbenweges. In diesem Falle ist an dem Austrittspunkte im Diagramme kein Bruch in der Diagrammlinie zu bemerken, sondern es setzt sich die Expansionslinie in gleicher Neigung fort. Erst gegen das Ende des Hubes fällt die Linie rasch und sinkt am toten Punkte vollends bis zur horizontalen Gegendrucks-Linie herunter. So die Diagramme Nr. 66, 67, etc.

Es muss dies dadurch erklärt werden, dass bei Beginn der Ausströmung die Schieberöffnung gegen die Kolbenfläche sehr klein ist, so dass der Dampf erst beim Stillstande des Kolbens am toten Punkte vollständig ausströmen kann.

Würde sich der Kolben fortwährend mit derselben Geschwindigkeit bewegen, so würde auch der Dampf gleichmässig ausströmen und es würde dann im Diagramme die Ausströmung von ihrem Beginne bis zur Linie des constanten Gegendruckes eine gleichförmige, ununterbrochene Curve bilden. Weil nun in allen Fällen, bei kleinen Füllungen, selbst bei einer Ausströmung von 20% vor Ende des Hubes, der Dampf bis zum Ende des Kolbenweges eine Spannung behält, welche nicht viel unter die Expansionsspannung sinkt, so muss jede positive Ausströmung in ihrer Wirkung als eine Fortsetzung der Expansion betrachtet werden, und es wird dadurch die wichtige Erfahrung bestätigt, dass ein früher Austritt für die Dampfvertheilung nicht nachtheilig sei.

Daraus ergibt sich unmittelbar die Nutzlosigkeit der

inneren Deckung und man muss aus den Diagrammen die Ueberzeugung schöpfen, dass es in Betreff der Ausströmung zulässig sei, die innere Deckung gänzlich zu beseitigen.

Aus demselben Grunde erscheint es auch angemessen, die Expansionsperiode nicht bis zum Beginn der Ausströmung, sondern bis ganz an das Ende des Kolbenhubes zu zählen, wie wir es bisher gethan haben. Um jede Irrung zu beseitigen, wurde ebenso die Füllung statt des Expansionsverhältnisses als Maassstab eingeführt.

Eine weitere interessante, wenn auch unwichtige Erscheinung findet sich in manchen Diagrammen, welche einer sehr langen Expansion entsprechen. Es zeigt sich nämlich wie in Nr. 108 gegen Ende des Kolbenhubes eine kleine plötzliche Erhöhung der Ausströmungslinie und es scheint, dass dies die Folge eines Rückdruckes sei, den der ausströmende Dampf des anderen Cylinders auf den bis unter die Gegendruckslinie expandirten Dampf des diesseitigen Cylinders bei Beginn der Schieberöffnung ausübt.

Gegen das Ende der Ausströmung hebt sich die Diagrammlinie etwas und geht continuirlich in die Compressionslinie über. Dies entspricht vollkommen dem allmäligen Schliessen der Schieberöffnung vor dem Beginn der Compression.

#### d) Compression.

Wie die Diagrammlinie der Expansion, so sollte auch die Compressionslinie, wenn der Dampf in den Cylindern unter gewöhnlichen Verhältnissen comprimirt würde, nahe eine Hyperbel vorstellen.

Es bleibt jedoch die Compressionslinie in den meisten Diagrammen unter der Linie des Mariotte'schen Gesetzes, so dass die Spannung des im schädlichen Raume befindlichen comprimierten Dampfes verhältnissmässig niedrig ist, woraus hervorgeht, dass dem Dampfe während der Compression Wärme entzogen wurde.

Es scheint, dass auch hier die Temperatur des Cylinders auf die Compression Einfluss nimmt und derselben eine Grenze setzt. Wenn nämlich der Dampf auf eine Spannung comprimirt worden ist, welche eine höhere Temperatur bedingt, als die des Cylinders, so wird bei fortgesetzter Compression dem Dampfe vom Cylinder Wärme entzogen und in Folge dessen eine continuirliche Condensation des comprimierten Dampfes stattfinden. Und in der That, wenn man aus den Diagrammen die Dampfmenngen berechnet, welche zu Anfang und zu Ende der Compression im Cylinder enthalten sind, so findet sich diese Anschauung vollkommen bestätigt. Nach der bereits bei der Expansion befolgten Methode ergibt sich z. B. Diagr. Nr. 21 „vorne“:

Zu Anfang der Compression im Cylinder und schädlichen Raume enthalten an Dampf . . . . . 0,04067 Pfd.  
Zu Ende der Compression im schädlichen Raume 0,02414 „  
Differenz 0,0165 „

Es müssen also während der Compression 0,0165 Pfd. Dampf oder 40% des Compressionsdampfes condensirt worden sein.

Aus dem Diagramme „hinten“ berechnet sich gleichfalls eine Condensation von 23%.

Ebenso ergibt sich aus den beiden Diagrammen von

Nr. 39 eine Condensation beziehungsweise von 43% und 19%, und die Diagramme Nr. 99 weisen ähnliche Verluste von 42% und 20% nach. Vergleicht man weiters die Condensationen von 43, 42, 40 und 23, 20, 19% mit den entsprechenden Compressionsperioden der Diagramme von beziehungsweise 33, 37, 34, und 17, 16, 19 in % des ganzen Hubes, so ergibt sich als Mittel für die Compressionen von 18 und 35% des Kolbenhubes eine Condensation von 21 und 42%. Daraus geht hervor, dass bei langen Compressionen viel mehr Dampf condensirt wird als bei kurzen, was dadurch zu erklären ist, dass die Differenzen zwischen der Temperatur des comprimierten Dampfes und der des Cylinders mit der Compression zugleich zunehmen.

Es ist klar, dass die Höhe der Compression, d. h. die Spannung des im schädlichen Raume comprimierten Dampfes von der Anfangsspannung, d. i. von dem Gegendruck während der freien Ausströmung, von der Länge der Compressionsperiode und, dem Vorhergehenden gemäss, von der Cylinder-temperatur abhängig ist.

Es wurde eben bemerkt, dass der Gegendruck, während der Ausströmung als solcher beurtheilt, in allen Fällen nahe gleich gross sei. Durch die Compression wird jedoch der Gegendruck gewissermassen multiplicirt, und es machen sich daher die Differenzen im Gegendrucke in den verschiedenen Compressionshöhen bei gleichen Compressionsperioden bemerkbar.

Dies zeigt sich deutlich aus folgenden Beispielen, welche unter übrigens gleichen Verhältnissen einer Geschwindigkeit von circa 4 Meilen entsprechen.

| Nr.                          | Kesseldruck in<br>Pfdn. | Höchste Compression |                           |
|------------------------------|-------------------------|---------------------|---------------------------|
|                              |                         | in Pfdn.            | in ‰ des<br>Kesseldruckes |
| Füllung 76‰, Compression 12‰ |                         |                     |                           |
| 2                            | 70                      | 19,5                | 28                        |
| 5                            | 60                      | 20,0                | 33                        |
| 8                            | 50                      | 14,0                | 28                        |
| Füllung 76‰, Compression 17‰ |                         |                     |                           |
| 14                           | 70                      | 30,1                | 43                        |
| 17                           | 60                      | 27,0                | 45                        |
| 19                           | 50                      | 21,5                | 43                        |
| Füllung 76‰, Compression 25‰ |                         |                     |                           |
| 21                           | 70                      | 40,0                | 57                        |
| 25                           | 60                      | 40,5                | 67                        |
| 28                           | 50                      | 34,5                | 69                        |
| Füllung 31‰, Compression 25‰ |                         |                     |                           |
| 99                           | 77                      | 38,5                | 55                        |
| 102                          | 60                      | 38,5                | 64                        |
| 105                          | 50                      | 35,0                | 70                        |

u. s. w.

u. s. w.

Es geht aus diesen Zahlen, sowie aus den übrigen Diagrammen hervor, dass zwar die Compression mit dem Kesseldrucke zugleich abnimmt, dass dieselbe jedoch bei niederem Kesseldrucke verhältnissmässig höher ist, als bei hohem.

Die Geschwindigkeit hat einen nur sehr geringen Einfluss auf den Compressionsdruck gezeigt, und zwar wächst dieser von 2 bis 6 Meilen nur um wenige Pfunde.

Bei gleichem Kesseldrucke und gleicher Geschwindigkeit ist nur mehr die Länge der Compressionsperiode auf die Spannung des comprimierten Dampfes von Einfluss. Um diesen

überblicken zu können, stellen wir in folgender Tabelle mehrere Resultate aus Diagrammen zusammen, welche sich auf einen Kesseldruck von 70 Pfd. und auf eine Geschwindigkeit von circa 4 Meilen beziehen. Um jedoch die Abhängigkeit von der Compressionsperiode allgemein darzustellen und die zufällige Abmessung des schädlichen Raumes von 0,17 C.-F. zu eliminiren, ist auch neben den Compressionsperioden in % des Hubes das entsprechende Compressionsverhältniss, nämlich das Verhältniss des ganzen Cylinders — sammt schädlichem Raume bei Beginn der Compression — zum schädlichen Raume beigesetzt.

| Nr. | Periode der Compression in % des Hubes | Compressionsverhältniss | Höchste Compression |                        |
|-----|--|-------------------------|---------------------|------------------------|
|     |  |                         | in Pfdn.            | in % des Kesseldruckes |
| 31  | 11                                     | 2,6 : 1                 | 15,5                | 22                     |
| 66  | 16                                     | 3,2 : 1                 | 31,5                | 45                     |
| 90  | 20                                     | 4,0 : 1                 | 39,0                | 55                     |
| 21  | 25                                     | 4,5 : 1                 | 40,0                | 56                     |
| 48  | 38                                     | 6,4 : 1                 | 62,0                | 88                     |

Obwohl diese Zahlen, sowie die ähnlichen Resultate der übrigen Diagramme, den auffallenden Nachtheil langer Compressionen zeigen, so geben sie doch über den Einfluss der Compression auf die Leistung nicht den richtigen Aufschluss. Denn der comprimirte Dampf tritt während der ganzen Dauer der Compression als Gegendruck auf und es repräsentirt daher die Compression eine Arbeit, welche von der Leistung der Maschine überwunden werden muss. Es ist daher wie bei der Expansion angezeigt, den Gegendruck während der ganzen Compression als constanten Gegendruck auf den ganzen Kolbenhub reducirt darzustellen. Da ferner der Gegendruck während der Ausströmung keinen grossen Veränderungen unterliegt, so ist es auch angemessen, den Gegendruck, welcher aus der Compression resultirt, sammt dem Gegendrucke während der Ausströmung als constanten Gegendruck auf den ganzen Kolbenlauf zu reduciren.

Die bezüglichen Werthe sind für alle Diagramme in den Tabellen zusammengestellt. Dieselben lassen die grossen Differenzen, welche sich in dem Enddruck der Compression gezeigt haben, nicht mehr erkennen und es erhellt aus ihrer Vergleichung, dass der gesammte Gegendruck mit der Compressionsperiode zugleich wächst, dass er bei niederem Kesseldrucke verhältnissmässig grösser ist, als bei hohem, und dass er von der Geschwindigkeit practisch unabhängig ist.

Es muss hier nochmals betont werden, dass bei allen vorliegenden Versuchen ein ganz offenes Blasrohr angewendet wurde. Bei geschlossenem Blasrohr steigt der Gegendruck bedeutend, und es lässt sich dann aus den grelleren Verhältnissen die Abhängigkeit desselben von der Geschwindigkeit besser beurtheilen. Wir werden dann bei Gelegenheit der Blasrohrversuche zeigen, in wie weit sich die Regel, dass der Gegendruck mit dem Quadrate der Geschwindigkeit wächst, bei unserer Maschine bewahrheitet hat.

Beispielsweise ist in folgenden zwei Tabellen für die bereits angeführten Diagramme die höchste Compression in % des Kesseldruckes und auch der gesammte Gegendruck in Pfunden und in % des wirksamen, positiven Druckes beigesetzt.

| Nr.                          | Kesseldruck in Pfdn. | Höchste Compression in % des Kesseldruckes | Wirksamer Druck in Pfdn. pr. Kolbenhub | Gegendruck in Pfdn. pr. Kolbenhub | Gegendruck in % des wirksamen Druckes |
|------------------------------|----------------------|--|--|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Füllung 76%, Compression 12% |                      |  |  |                                   |                                       |
| 2                            | 70                   | 28   | 20,2                                   | 2,9                               | 14                                    |
| 5                            | 60                   | 33   | 16,8                                   | 2,7                               | 16                                    |
| 8                            | 50                   | 28   | 12,4                                   | 2,7                               | 21                                    |
| Füllung 76%, Compression 17% |                      |  |  |                                   |                                       |
| 14                           | 70                   | 43   | 24,7                                   | 5,4                               | 21                                    |
| 17                           | 60                   | 45   | 18,8                                   | 4,8                               | 26                                    |
| 19                           | 50                   | 43   | 14,4                                   | 4,8                               | 33                                    |
| Füllung 76%, Compression 25% |                      |  |  |                                   |                                       |
| 21                           | 70                   | 57   | 21,7                                   | 7,5                               | 34                                    |
| 25                           | 60                   | 67   | 16,2                                   | 6,5                               | 40                                    |
| 28                           | 50                   | 69   | 16,0                                   | 6,6                               | 41                                    |
| Füllung 31%, Compression 25% |                      |  |  |                                   |                                       |
| 99                           | 70                   | 55   | 27,5                                   | 6,0                               | 22                                    |
| 102                          | 60                   | 64   | 22,0                                   | 6,5                               | 29                                    |
| 105                          | 50                   | 70   | 20,1                                   | 6,1                               | 30                                    |
| u. s. w.                     |                      |  |  |                                   |                                       |

Kesseldruck 70 Pfd., Geschwindigkeit circa 4 Meilen.

| Nr. | Compressionsperiode in % des Hubes | Höchste Compression in % des Kesseldruckes | Mittlerer wirksamer Druck in Pfdn. | Gegendruck auf den Kolbenlauf reducirt |                        |
|-----|------------------------------------|--|------------------------------------|--|------------------------|
|     |                                    |  |                                    | in Pfdn.                               | in % d. wirks. Druckes |
| 31  | 11                                 | 22   | 21,5                               | 2,8                                    | 13                     |
| 66  | 16                                 | 45   | 26,0                               | 4,5                                    | 17                     |
| 90  | 20                                 | 55   | 23,4                               | 6,1                                    | 26                     |
| 21  | 25                                 | 56   | 21,6                               | 7,5                                    | 34                     |
| 48  | 38                                 | 88   | 28,4                               | 15,5                                   | 54                     |

Da die Temperatur des Cylinders auf die Compression von Einfluss ist, so schwankt auch der Gegendruck bei gleichen Compressionsperioden je nach den Füllungen um wenige Pfunde. Ebenso scheint die verschiedene Nässe des Dampfes einen verschiedenen Gegendruck hervorzubringen; diese Differenzen sind jedoch unbedeutend, und es können obige Zahlen als Mittelwerthe angesehen werden. Es ist kein Zweifel, dass für sehr hohen Kesseldruck von 90 oder mehr Pfunden und für grosse Regulatoröffnungen auch der Gegendruck grösser sein wird; es zeigt sich jedoch aus der Consequenz der Reihen, dass er in % des Kesseldruckes gemessen, geringer sein muss. Die von anderen Seiten aufgestellte Regel, dass der Gegendruck, eine innere Deckung von 0 vorausgesetzt, einen gewissen aliquoten Theil der Dampfspannung am Ende der Expansion, z. B. bei outside Maschinen, constant  $\frac{1}{3}$  betrage, hat sich aus den vorliegenden Diagrammen nicht bestätigt und dem Bemerkten zufolge ist auch die Endspannung der Expansion nicht regelmässig genug, um als Maassstab gewählt werden zu können. Es schwankt inder That dieses Verhältniss bei gegenwärtigen Versuchen zwischen  $\frac{1}{3}$  und  $\frac{1}{4}$ .

#### Bemerkungen über die öconomische Leistung der Maschine.

Die absolute Leistung der Maschine hängt vorzüglich von den Kessel- und Cylinderdimensionen ab. Die Nutzleistung jedoch, d. i. jene Leistung, welche durch eine bestimmte Menge von Brennstoff, welche zur Erzeugung einer bestimmten Leistung abnötig ist, kann bei derselben Maschine und bei derselben absoluten Leistung sehr verschieden sein und hängt wesentlich von



der Behandlung und Detailinrichtung der Maschine ab. Andererseits wird der relative Brennstoffverbrauch auch je nach der Kesselanlage und der Verdampfungsfähigkeit des Brennstoffes ein verschiedener sein. Es erscheint daher geboten, zur Beurtheilung der Nutzleistung einer Maschine eine andere Vergleichungsbasis zu wählen, welche von diesen Umständen unabhängig ist. Hierzu eignet sich vor allem der Wasserverbrauch oder der Dampfverbrauch, wenn man die Dampf-mengen dem Gewichte nach angibt. Es liegt zwar hierin auch eine kleine Unrichtigkeit, indem bekanntlich zur Verdampfung einer bestimmten Menge Wasser oder zur Erzeugung einer bestimmten Menge Dampf um so mehr Brennstoff erforderlich ist, je höher die Spannung des Dampfes ist. Da jedoch für die äussersten Grenzen von 1 und 8 Atmosphären Spannung dieser Unterschied nur wenige % beträgt, so kann man in der Praxis für alle Fälle den Wasser- oder Dampfverbrauch als Maassstab für den Brennstoffverbrauch zu Grunde legen.

In den Tabellen ist deshalb für jeden Versuch der aus den Diagrammen berechnete Dampfverbrauch pr. Pferdekraft und Stunde beigelegt. Eine aufmerksame Vergleichung dieser Zahlen führt unmittelbar auf die Bedingungen, welche einer guten öconomischen Leistung der Maschine zu Grunde liegen. Diese sind im Allgemeinen:

1. Hoher Kesseldruck,
2. Kleine Füllung,
3. Kleine Compression,
4. Kleine Geschwindigkeit.

Diese Grundsätze sind für sich klar und genug bekannt, nur ihre verschiedene Wichtigkeit und ihre Grenzen sind es, welche bestimmt werden müssen und worüber wir einige aus den Versuchen gezogene Bemerkungen folgen lassen.

1. Kesseldruck. — Wenn man sowol den positiven Druck des Dampfes im Cylinder als auch den Gegendruck während der Compression, als constanten Druck auf den ganzen Kolbenhub reducirt, darstellt, so erhellt, dass die Leistung des Dampfes der Differenz der beiden Spannungen direct proportional ist. Es wurde nun bei der Betrachtung der Diagramme nachgewiesen, dass der gesammte Gegendruck auf den Kolben unter gleichen Verhältnissen namentlich bei gleicher Geschwindigkeit und Compression beinahe immer denselben Werth erreicht und zwar practisch ganz unabhängig von der Spannung des admittirten Dampfes.

Es folgt daraus, dass der wirklich nutzbare Druck nicht nur direct mit dem Admissionsdrucke zunimmt, sondern in viel günstigerem Verhältnisse. Der Dampf- oder Wasserverbrauch hingegen nimmt, da der durch die Compression gewonnene Dampf ebenfalls in allen Fällen beinahe von gleicher Spannung ist, mit dem Admissionsdrucke nur in dem Verhältnisse zu, als die Dichte des Dampfes zunimmt, d. i. nicht ganz im einfachen Verhältnisse. Es nimmt somit bei höherer Admissionsspannung der nutzbare Druck und daher die Leistung in günstigerem Verhältnisse zu als der Dampfverbrauch. Aus dieser Betrachtung allein schon folgt, dass die relative Leistung grösser oder der relative Dampfverbrauch in dem Maasse kleiner ist als die Spannung des Admissionsdampfes. Wie hoch sich dieser Vortheil stellt, lässt sich aus folgenden den Versuchen entnommenen Bei-

spielen ersehen, welche sich auf je gleiche Verhältnisse und auf eine Geschwindigkeit von circa 4 Meilen beziehen.

| Nr.                          | Kessel-<br>druck in<br>Pfdn. | Druck im<br>Schie-<br>berkasten<br>in Pfdn. | Wirksamer<br>Druck         | Nutzbarer Druck |                                  | Dampfver-<br>brauch pr.<br>Pferdekraft<br>und Stunde<br>in Pfdn. |
|------------------------------|------------------------------|---|----------------------------|-----------------|----------------------------------|--|
|                              |                              |   | auf den Kolbenhub reducirt |                 |                                  |  |
|                              |                              |   | in Pfdn.                   | in Pfdn.        | in % des<br>wirksamen<br>Druckes |  |
| Füllung 76%, Compression 12% |                              |   |                            |                 |                                  |  |
| 2                            | 70                           | 24,5  | 20,2                       | 17,0            | 84                               | 39,4   |
| 5                            | 60                           | 21,0  | 16,8                       | 14,0            | 83                               | 42,9   |
| 8                            | 50                           | 17,5  | 12,5                       | 9,6             | 77                               | 53,3   |
| 11                           | 40                           | 11,0  | 9,1                        | 6,1             | 67                               | 68,1   |
| Füllung 64%, Compression 26% |                              |   |                            |                 |                                  |  |
| 40                           | 70                           | 40,0  | 29,7                       | 22,2            | 75                               | 34,3   |
| 43                           | 60                           | 30,0  | 21,0                       | 14,7            | 70                               | 39,0   |
| 46                           | 50                           | 27,5  | 17,6                       | 11,1            | 63                               | 47,2   |
| Füllung 45%, Compression 17% |                              |   |                            |                 |                                  |  |
| 66                           | 70                           | 40,0  | 26,1                       | 20,4            | 82                               | 27,5   |
| 70                           | 60                           | 33,0  | 21,3                       | 17,0            | 79                               | 31,2   |
| 73                           | 50                           | 27,5  | 19,1                       | 14,8            | 76                               | 33,2   |
| Füllung 31%, Compression 25% |                              |   |                            |                 |                                  |  |
| 100                          | 70                           | 60,0  | 24,7                       | 18,6            | 76                               | 21,4   |
| 102                          | 60                           | 52,5  | 22,0                       | 15,4            | 70                               | 30,2   |
| 106                          | 50                           | 45,0  | 18,8                       | 12,0            | 64                               | 31,2   |

Wenn man in vorstehender Tabelle den Dampfverbrauch mit dem Drucke im Schieberkasten vergleicht, so zeigt sich, dass dieser beinahe in demselben Maasse abnimmt, als der Druck im Schieberkasten wächst. Da ferner unter gleichen Verhältnissen der Admissionsdruck eine blosse Relation des Kesseldruckes ist, so kann man auch sagen, dass der Dampfverbrauch in dem Verhältnisse günstiger ist als die Dampfspannung im Kessel grösser ist. Obwol zwar die Versuche bloss bis zu einer Kesselspannung von 70 Pfd. reichen, so lässt sich doch aus den Reihen entnehmen, dass bei höheren Spannungen dasselbe Verhältniss stattfinden wird, und es erscheint demnach die practische Regel, hohen Kesseldruck zu halten, nicht nur gerechtfertigt, sondern von noch grösserer Bedeutung. Es versteht sich übrigens von selbst, dass hoher Kesseldruck allein noch keine Bürgschaft für einen günstigen Dampfverbrauch ist, da ja einzig und allein der Druck im Schieberkasten maassgebend ist und es muss daher, wenn der Nutzen der hohen Kesselspannung nicht illusorisch sein soll, zugleich die Bedingung hinzugefügt werden, eine grosse Regulatoröffnung anzuwenden, und zwar so gross, dass der Dampf mit einer Spannung admittirt wird, welche nur wenig von der Kesselspannung abweicht. In wieferne dies wegen der absoluten Leistung der Maschine zulässig ist, wird sich bei der Betrachtung der Expansionswirkung ergeben.

2. Füllung. — Es wurde bereits oben aus den Diagrammen gezeigt, ein wie grosser Mehrge Gewinn an wirksamem Druck durch die Ausnützung der Expansionswirkung des Dampfes entsteht, ein Mehrge Gewinn, welcher bei grossen Expansionen selbst dem ganzen von der Füllung herrührenden Drucke gleichkommt. Wenn man ferner auch hier berücksichtigt, dass der Gegendruck unter gleichen Verhältnissen gleich bleibt, während der Dampfverbrauch mit der Füllung zugleich und zwar im directen Verhältnisse abnimmt, so lässt sich von vorneherein beurtheilen, dass und in welchem Grade die Nutzleistung des Dampfes durch die Expansion erhöht.

wird. Es ist jedoch anderseits klar, dass bei gleichem Admissionsdrucke grosse Füllungen einen absolut grösseren wirksamen Druck geben als kleine Füllungen, so dass also bei kleinen Füllungen der Gegendruck einen verhältnissmässig grösseren Theil des wirksamen Druckes aufhebt, und in dieser Beziehung eine kleine Füllung denselben Nachtheil mit sich bringt, wie er von einem niederen Admissionsdrucke nachgewiesen worden ist. Wenn z. B. in den Diagrammen der Tabelle XII, welche einer Füllung von 31% entsprechen, die Expansionslinie beträchtlich vor dem Ende des Kolbenhubes bereits bis unter die Linie des Gegendruckes heruntergeht, so ist es einleuchtend, dass eine solche oder jede weitere Expansion mindestens nutzlos ist. Es muss also aus diesem Grunde bei gleichem Admissions- und Gegendrucke für die Expansion eine Grenze existiren, über welche hinaus die Nutzleistung wieder ungünstiger wird.

Beispielsweise folgen einige Versuche, welche sich auf eine Geschwindigkeit von circa vier Meilen auf eine je gleiche Compression und, von dem Kesseldrucke ganz abgesehen, auf gleichen Druck im Schieberkasten beziehen.

| Nr.  | Mittlere Füllung in % | Wirksamer Druck in Pfdn. | Nutzbarer Druck |                            | Absolute Leistung in Pfdkrftn. | Dampfverbrauch pr. Stunde und Pferdekraft in Pfdn. |
|--|-----------------------|--------------------------|-----------------|----------------------------|--------------------------------|--|
|  |                       |                          | in Pfdn.        | in % des wirksamen Druckes |                                |  |
| Druck im Schieberkasten circa 25 Pfd., Compression 12% |                       |                          |                 |                            |                                |  |
| 2  | 76                    | 20,2                     | 17,0            | 85                         | 142                            | 39,4   |
| 32   | 66                    | 17,4                     | 14,6            | 83                         | 120                            | 36,7   |
| Druck im Schieberkasten circa 30 Pfd., Compression 17% |                       |                          |                 |                            |                                |  |
| 14   | 76                    | 24,7                     | 19,3            | 78                         | 127                            | 38,8   |
| 64   | 49                    | 15,8                     | 11,4            | 72                         | 94                             | 37,1   |
| 70   | 44                    | 21,3                     | 17,0            | 78                         | 134                            | 31,2   |
| Druck im Schieberkasten circa 40 Pfd., Compression 25% |                       |                          |                 |                            |                                |  |
| 40   | 64                    | 29,7                     | 22,1            | 76                         | 175                            | 34,3   |
| 97   | 35                    | 15,8                     | 11,2            | 70                         | 85                             | 30,1   |
| 106  | 31                    | 18,8                     | 11,9            | 64                         | 99                             | 31,6   |

Es zeigt sich aus diesen Zahlen, dass der relative Dampfverbrauch mit der Füllung zugleich abnimmt; jedoch ist der Gewinn nicht so bedeutend als jener, welcher durch Vergrösserung des Admissionsdruckes entsteht. Man sieht auch, wie bei den kleineren Füllungen der nutzbare Druck gegen den wirksamen Druck kleiner wird; aus diesem Grunde ist auch der Dampfverbrauch bei 31% Füllung bereits grösser als jener für 35%. Dies zeigt sich durchaus, wenn man auch den Dampfverbrauch für andere Geschwindigkeiten und einen anderen Admissionsdruck vergleicht, so dass man im Allgemeinen eine Füllung von 35% als die Grenze einer rationellen Expansion ansehen muss. Bedenkt man noch ferner, dass wir dabei gleiche Compression und somit gleichen Gegendruck vorausgesetzt haben, während bei der Stephenson'schen Steuerung einer kleinen Füllung stets auch eine grössere Compression entspricht, indem es bei kleinen Füllungen überhaupt gar nicht möglich ist, den Gegendruck unter eine gewisse Grenze herabzubringen, so muss eine Füllung von 35% schon als Extrem bezeichnet werden. Nimmt man eine innere Deckung gleich 0 als die kleinste zulässige Deckung an, so entspricht einer solchen Steuerung auch der möglichst kleinste Gegendruck. Dies ist z. B. bei den Versuchen Nr. 57, 93

und 102 der Fall. Der Admissionsdruck ist in allen Fällen circa 50 Pfd., die Füllung und der Dampfverbrauch sind verschieden, und zwar:

| Füllung | Dampfverbrauch pr. Stde. u. Pfdkrft. |
|---------|--------------------------------------|
| 49%     | 31,4                                 |
| 35 "    | 24,5                                 |
| 31 "    | 27,4                                 |

Es wächst somit zwischen 35 und 31% der Dampfverbrauch so entschieden, dass die Grenze für die beste Nutzleistung eher zwischen 35 und 49% zu suchen ist. In runder Zahl könnte schliesslich eine Füllung von 40% als solche hingestellt werden. Es ist klar, wie es auch aus den vorhergehenden Beispielen hervorgeht, dass bei gleichem Admissionsdrucke und verschiedenen Füllungen die entsprechenden absoluten Leistungen verschieden sein müssen.

Etwas ganz anderes ist es daher, wenn es sich darum handelt, mit einer Maschine von gegebenen Dimensionen eine bestimmte verhältnissmässig kleine Leistung hervorzubringen. Denn da in diesem Falle eine Füllung von 40% schon eine zu grosse Leistung geben kann, so entsteht die Frage, ob es vortheilhafter sei weiter zu expandiren, oder durch Schliessen des Regulators den Admissionsdruck zu vermindern.

Um dies gleich numerisch beurtheilen zu können, stellen wir einige Fälle zusammen, welche sich auf gleiche Leistung und gleichen Kesseldruck, auf eine Geschwindigkeit von 4 Meilen und sonst gleiche Verhältnisse beziehen.

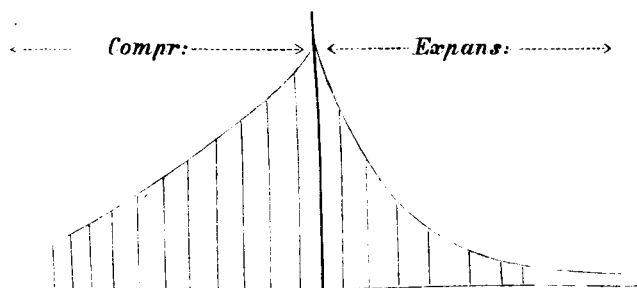
| Nr.   | Füllung<br>in % | Druck im Schieberkasten |                           | Dampfver-<br>brauch pr.<br>Stde. u. Pferde-<br>kraft in Pfdn. |
|---|-----------------|-------------------------|---------------------------|---|
|   |                 | in Pfdn.                | in % des<br>Kesseldruckes |   |
| Kesseldruck 70 Pfd., Leistung circa 130 Pferdekkräfte |                 |                         |                           |   |
|   | 76              | 30,0                    | 43                        | 38,8  |
| 14  | 49              | 50,0                    | 71                        | 31,4  |
| 57  | 35              | 62,5                    | 90                        | 26,4  |
| 90  | 31              | 65,2                    | 93                        | 21,4  |
| 99  |                 |                         |                           |   |
| Kesseldruck 60 Pfd., Leistung circa 100 Pferdekkräfte |                 |                         |                           |   |
|   | 76              | 30,3                    | 50                        | 43,5  |
| 24 u. 25  | 64              | 30,0                    | 50                        | 39,0  |
| 43  | 48              | 45,0                    | 75                        | 37,2  |
| 76  |                 | 52,5                    | 87                        | 27,4  |
| 102   | 31              |                         |                           |   |

Man sieht nun aus diesen Zahlen, sowie aus allen übrigen, welche verglichen werden können, dass für eine gegebene Maschine und bestimmte Leistung die grösstmögliche Expansion die vortheilhafteste ist. Auch geht aus der Gleichförmigkeit der Reihen hervor, dass in dem Falle von einer Grenze der Expansion in Bezug auf die Nutzleistung gar keine Rede sein kann.

Dass diese überhaupt bei den hohen Expansionen so vortheilhaft ausfällt, hat offenbar darin seinen Grund, dass sich der Nutzen der Expansion mit dem eines hohen Admissionsdruckes summirt. Es ergibt sich ferner aus dem Gesagten, dass es nicht nur geboten, sondern auch zulässig sei, den Regulator unter allen Verhältnissen ganz offen zu lassen, wenn die Steuerung überhaupt auf beliebig hohe Expansionsgrade gestellt werden kann. Wenn man schliesslich berücksichtigt, dass der Dampfverbrauch bei 31% Füllung (Nr. 99) pr. Stunde und Pferdekraft 21,4 Pfd. betrug, und dass sich derselbe bei einer etwas grösseren Füllung und bei höherem

Kesseldrucke noch günstiger stellen muss, so kann man, wenn man auch die Reibungswiderstände der Maschine mit einrechnet, einen Dampfverbrauch von circa 20 Pfd. pr. Stunde und Pferdekraft als den günstigsten ansehen, den man bei einer outside Maschine überhaupt erreichen kann.

3. Compression. — Der Einfluss der Compression auf die Nutzleistung des Dampfes kann im Vorhinein nicht so sicher beurtheilt werden, als jener der Expansion und es haben sich auch in der That über die Compression mit mehr oder weniger Grund die verschiedensten Meinungen geltend gemacht. Dies ist hauptsächlich dadurch zu erklären, dass bei der Stephenson'schen Steuerung mit der Expansion zugleich auch die Compression zunimmt, so dass es einer besonders genauen Untersuchung bedarf, um beide Einflüsse, welche sich hinter einander verstecken, zu trennen. Andererseits haben vorgefasste Meinungen jede Discussion ausgeschlossen. Denn, da die Compression hauptsächlich von der inneren Deckung abhängt, diese aber auch den Beginn des Dampfaustrittes bestimmt, so muss die Compression, so lange man ein bedeutendes inneres Voreilen als nachtheilig erachtet, als unvermeidlich mit in den Kauf genommen werden. Da jedoch aus den Diagrammen nachgewiesen worden ist, dass ein Austritt, welcher 15—20% vor dem Ende des Kolbenhubes beginnt, bei hohen Expansionen noch zulässig, dass also für alle Grade der Expansion eine innere Deckung von 0 gestattet sei, so erübrigt es, festzustellen, ob und in welchem Grade die Compression auf die Nutzleistung der Maschine nützlich oder schädlich sei, und ob es eventuell gerechtfertigt sei, zu ihrer Vermeidung besondere Einrichtungen zu treffen. Oberflächlich beurtheilt, müsste der Compression überhaupt jeder Einfluss abgesprochen werden; denn man könnte sagen, dass der comprimirt Dampf jene Arbeit, welche zu seiner Compression aufgewendet worden ist, durch die Expansion wieder zurück gibt. Es wurde jedoch aus den Diagrammen gezeigt, dass sowohl während der Compression als auch während der Expansion Dampf condensirt wird, so zwar, dass die Spannungscurve der Compression verhältnissmässig flach und jene der



Expansion verhältnissmässig steil wird. Vergleicht man daher die aufgewendete und die wiedergewonnene Arbeit, wie sie in nebenstehender Figur durch die Diagrammlinien dargestellt werden, so ergibt sich ein Verlust, welcher um so grösser sein wird, je grösser die Compression selbst war. Ein anderer Verlust an Arbeit entsteht dadurch, dass der comprimirt Dampf in der Regel nicht zwischen den Grenzen expandirt, zwischen welchen die Compression statt fand. Denn wenn z. B. der Dampf von 3 Pfd. Ueberdruck auf die Admissionsspannung von 60 Pfd. comprimirt wird, so ist die hiezu nöthige Arbeit grösser als jene, welche dieselbe Menge Dampf

wieder gibt, wenn derselbe nachher von 60 Pfd. auf etwa bloss 20 Pfd. expandirt, während, wenn der schädliche Raum mit frischem Dampf gefüllt wird, dieser die volle Expansionsarbeit von 60 auf 20 Pfd. leistet. Es schliesst somit die Compression auch in dieser Beziehung einen Verlust an Leistung in sich, welcher desto grösser ist, je grösser die Menge des comprimirt Dampfes, d. h. je grösser die Compressionsperiode ist.

Wenn man ferner noch berücksichtigt, dass hohe Compressionen nachtheilige Schwankungen während der Füllung erzeugen, welche den mittleren Füllungsdruck herunterziehen, so lässt sich allerdings nicht bezweifeln, dass grosse Compressionen nur von schädlichem Einflusse auf die Nutzleistung des Dampfes sein können. Um diesen Einfluss beurtheilen zu können, stellen wir in Folgendem wieder einige Versuchsergebnisse zusammen, welche sich auf eine Geschwindigkeit von circa 4 Meilen und mit Ausnahme der Compressionsperioden auf sonst gleiche Verhältnisse, besonders auf gleiche Füllung, gleichen Kessel- und Admissionsdruck beziehen.

| Nr. für Pfd.         |    |    | Compression in %<br>des Hubes | Dampfverbrauch pr. Stde. u. Pferde-<br>kraft bei einem Kesseldrucke in Pfd. |      |      |
|----------------------|----|----|-------------------------------|---|------|------|
| 70                   | 60 | 50 |                               | 70  | 60   | 50   |
| Mittlere Füllung 76% |    |    |                               |   |      |      |
| 2                    | 5  | 8  | 12                            | 39,4  | 42,9 | 53,3 |
| —                    | 17 | —  | 17                            | —   | 45,5 | —    |
| 21                   | 25 | 28 | 25                            | 46,9  | 57,7 | 58,8 |
| Mittlere Füllung 64% |    |    |                               |   |      |      |
| 31                   | 34 | 37 | 12                            | 32,4  | 36,4 | 38,4 |
| 40                   | 43 | 46 | 26                            | 33,1  | 39,0 | 47,0 |
| 48                   | 52 | 55 | 38                            | 55,9  | 59,8 | 77,9 |
| Mittlere Füllung 48% |    |    |                               |   |      |      |
| —                    | 60 | 64 | 17                            | —   | 30,0 | 37,0 |
| —                    | 75 | 78 | 27                            | —   | 45,6 | 47,8 |

Eine Vergleichung dieser Daten zeigt, dass die nachtheilige Wirkung der Compression viel grösser ist, als man bisher anzunehmen gewohnt war, indem durch eine Compression zwischen den Grenzen von 12 und 30% Kolbenhub die Nutzleistung des Dampfes um 20—40% heruntergebracht wird, und man muss daher bei der Stephenson'schen Steuerung durch Verminderung jeder inneren Deckung und Vergrösserung des Schieberweges dahin wirken, die Compression möglichst zu vermindern.

Da jedoch bei Anwendung hoher Expansionsgrade, selbst bei 0 innerer Deckung noch namhafte Compressionen entstehen, so entsteht die Frage, ob es nicht gerechtfertigt sei, dieselben durch künstliche Vorrichtungen zu vermeiden.

Es sind auch bereits Apparate construirt worden, welche diesen Zweck erfüllen, ohne zugleich die Nachteile doppelter Schieber im Gefolge zu haben. Wir behalten uns jedoch vor darüber ein endgiltiges Urtheil zu geben, sobald die damit gewonnenen Resultate durch eine lange Praxis sicher gestellt sein werden.

4. Geschwindigkeit. — Ein Blick in die Tabellen zeigt, dass bei gleichem Kesseldrucke, gleicher Regulatoröffnung und sonst gleichen Verhältnissen mit der Geschwindigkeit auch der Dampfverbrauch zunimmt. Zugleich überzeugt

| Nr. des Diagrammes  | Druck im Kessel<br>Wr. Pfd. | Geschwindigkeit in<br>Umdrehung pr. Min. | Druck im Schieberkasten | Höchster Druck im Cylinder |       | Mittlerer Druck im Cylinder |       |                          |       | Gegendruck vor Beginn der Compress. |       | Druck im Blasrohr | Höchste Compression |       | Mittlerer Gegendr. während des Hubes |       | Resultirender nutzbarer Druck während des Hubes |        | Leistung in Pferdekraften | Dampfverbrauch beider Cylinder |        |               |            |                          |
|---|-----------------------------|--|-------------------------|----------------------------|-------|-----------------------------|-------|--------------------------|-------|-------------------------------------|-------|-------------------|---------------------|-------|--------------------------------------|-------|---|--------|---------------------------|--------------------------------|--------|---------------|------------|--------------------------|
|   |                             |  |                         | vorn                       | hint. | während der Füllung         |       | während des ganzen Hubes |       | vorn                                | hint. |                   | vorn                | hint. | vorn                                 | hint. | vorn  | hint.  |                           | vorn                           | hint.  | pr. Umdrehung | pr. Minute | pr. Pferdekraft u. Stde. |
|   |                             |  |                         |                            |       | vorn                        | hint. | vorn                     | hint. |                                     |       |                   |                     |       |                                      |       |   |        |                           |                                |        |               |            |                          |
|   |                             |  |                         |                            |       |                             |       |                          |       |                                     |       |                   |                     |       |                                      |       |   |        |                           |                                |        |               |            |                          |
| Tab. I. Mittlere Füllung 76%; mittlere Compression 11,8%  |                             |  |                         |                            |       |                             |       |                          |       |                                     |       |                   |                     |       |                                      |       |   |        |                           |                                |        |               |            |                          |
| 1   | 70                          | 78                                       | 40,5                    | 35,0                       | 41,0  | 35,0                        | 38,0  | 34,2                     | 34,7  | 2,0                                 | 2,0   | 0,60              | 23,0                | 19,0  | 3,5                                  | 2,4   | 30,7  | 32,3   | 135,2                     | 0,8686                         | 67,65  | 30,0          |            |                          |
| 2   |                             | 150                                      | 24,5                    | 22,0                       | 23,5  | 21,8                        | 22,7  | 20,7                     | 19,7  | 2,0                                 | 2,0   | 0,60              | 20,0                | 19,0  | 3,5                                  | 2,4   | 16,8  | 17,3   | 142,4                     | 0,6232                         | 93,48  | 39,4          |            |                          |
| 3   |                             | 174                                      | 23,0                    | 20,0                       | 21,0  | 19,4                        | 20,1  | 17,8                     | 17,9  | 2,5                                 | 2,5   | 0,60              | 22,0                | 19,0  | 3,5                                  | 2,8   | 14,3  | 15,1   | 140,8                     | 0,5770                         | 100,47 | 42,8          |            |                          |
| 4   | 60                          | 120                                      | 29,0                    | 22,5                       | 26,0  | 22,0                        | 26,0  | 21,3                     | 22,6  | 2,0                                 | 2,0   | 0,56              | 21,0                | 18,0  | 3,0                                  | 2,4   | 18,3  | 20,2   | 127,1                     | 0,6490                         | 77,88  | 36,8          |            |                          |
| 5   |                             | 150                                      | 21,0                    | 19,0                       | 21,0  | 18,2                        | 19,0  | 17,1                     | 16,5  | 1,5                                 | 2,0   | 0,56              | 22,0                | 18,0  | 3,0                                  | 2,4   | 14,1  | 14,1   | 116,3                     | 0,5555                         | 83,32  | 42,9          |            |                          |
| 6   |                             | 180                                      | 20,0                    | 18,0                       | 19,0  | 17,2                        | 18,3  | 15,9                     | 16,1  | 1,5                                 | 2,0   | 0,52              | 23,0                | 18,0  | 3,0                                  | 2,4   | 12,9  | 13,7   | 131,8                     | 0,5360                         | 96,48  | 43,9          |            |                          |
| 7   | 50                          | 126                                      | 19,0                    | 15,0                       | 17,0  | 14,2                        | 16,1  | 13,3                     | 13,8  | 1,5                                 | 1,5   | 0,40              | 16,0                | 12,0  | 2,6                                  | 2,1   | 10,7  | 11,7   | 77,7                      | 0,5988                         | 75,45  | 58,2          |            |                          |
| 8   |                             | 138                                      | 17,5                    | 13,5                       | 15,5  | 13,1                        | 14,6  | 12,3                     | 12,6  | 2,0                                 | 2,5   | 0,40              | 16,0                | 12,0  | 2,9                                  | 2,5   | 9,4   | 9,9    | 74,1                      | 0,4766                         | 65,77  | 53,3          |            |                          |
| 9   |                             | 165                                      | 15,0                    | 14,0                       | —     | 12,6                        | —     | 12,0                     | —     | 1,5                                 | —     | 0,40              | 17,0                | —     | 2,9                                  | —     | 9,1   | —      | 85,4                      | 0,4640                         | 76,55  | 62,8          |            |                          |
| 10  | 40                          | 98                                       | 18,0                    | 15,0                       | 15,0  | 14,3                        | 14,7  | 13,7                     | 12,7  | 1,5                                 | 2,5   | 0,20              | 14,0                | 9,0   | 3,0                                  | 2,6   | 10,7  | 10,2   | 56,4                      | 0,4948                         | 48,49  | 51,6          |            |                          |
| 11  |                             | 150                                      | 11,0                    | 10,0                       | 11,0  | 9,3                         | 10,6  | 8,7                      | 9,5   | 2,0                                 | 2,0   | 0,36              | 15,0                | 10,0  | 3,1                                  | 2,6   | 5,6   | 6,9    | 51,6                      | 0,4047                         | 61,11  | 68,1          |            |                          |
| 12  |                             | 186                                      | 10,5                    | 8,0                        | 8,0   | 7,8                         | 7,9   | 7,2                      | 6,5   | 2,0                                 | 2,5   | 0,36              | 17,0                | 10,0  | 3,3                                  | 2,6   | 3,9   | 3,9    | 40,0                      | 0,3178                         | 59,11  | 88,6          |            |                          |
| Tab. II. Mittlere Füllung 76%; mittlere Compression 16,6% |                             |  |                         |                            |       |                             |       |                          |       |                                     |       |                   |                     |       |                                      |       |   |        |                           |                                |        |               |            |                          |
| 13  | 70                          | 87                                       | 37,5                    | 40,0                       | 36,0  | 39,5                        | 37,4  | 38,5                     | 33,7  | 3,5                                 | 3,5   | 0,70              | 33,0                | 25,0  | 5,7                                  | 3,8   | 32,8  | 29,8   | 150,1                     | 0,8894                         | 77,38  | 30,9          |            |                          |
| 14  |                             | 120                                      | 30,0                    | 28,0                       | 27,0  | 27,5                        | 26,3  | 26,3                     | 23,1  | 3,0                                 | 3,5   | 0,80              | 36,0                | 25,0  | 6,7                                  | 4,1   | 19,6  | 19,0   | 127,5                     | 0,6878                         | 82,54  | 38,8          |            |                          |
| 15  |                             | 168                                      | 27,0                    | —                          | 21,5  | —                           | 21,0  | —                        | 18,0  | —                                   | 2,5   | 0,90              | —                   | 25,0  | —                                    | 4,2   | —   | 13,8   | 125,2                     | 0,5938                         | 99,76  | 47,8          |            |                          |
| 16  | 60                          | 90                                       | 28,0                    | 29,0                       | 26,0  | 28,9                        | 25,0  | 27,5                     | 22,5  | 3,5                                 | 2,0   | 0,70              | 30,0                | 19,0  | 6,0                                  | 3,1   | 21,5  | 19,4   | 101,3                     | 0,7022                         | 63,20  | 37,4          |            |                          |
| 17  |                             | 150                                      | 23,0                    | 23,0                       | 19,0  | 21,9                        | 18,9  | 21,4                     | 16,2  | 4,0                                 | 1,5   | 0,80              | 34,0                | 20,0  | 6,7                                  | 2,8   | 15,7  | 13,4   | 116,0                     | 0,5808                         | 87,02  | 45,0          |            |                          |
| 18  |                             | 180                                      | 23,0                    | 20,0                       | 20,0  | 19,4                        | 18,4  | 18,9                     | 16,3  | 4,0                                 | 2,0   | 0,80              | 35,0                | 23,0  | 7,1                                  | 3,2   | 11,8  | 13,1   | 123,3                     | 0,5494                         | 98,89  | 48,1          |            |                          |
| 19  | 50                          | 168                                      | 18,5                    | 18,0                       | 15,0  | 17,1                        | 14,0  | 16,6                     | 12,2  | 4,0                                 | 2,5   | 1,76              | 32,0                | 11,0  | 6,2                                  | 3,3   | 10,4  | 8,9    | 89,2                      | 0,4958                         | 88,29  | 56,0          |            |                          |
| 20  |                             | 180                                      | 17,5                    | 15,0                       | 17,0  | 14,8                        | 15,4  | 14,3                     | 13,5  | 3,0                                 | 3,0   | 1,80              | 32,0                | 11,0  | 6,0                                  | 3,6   | 8,3   | 9,5    | 88,2                      | 0,4874                         | 87,73  | 57,9          |            |                          |
| Tab. III. Mittlere Füllung 76%; mittlere Compression 25%  |                             |  |                         |                            |       |                             |       |                          |       |                                     |       |                   |                     |       |                                      |       |   |        |                           |                                |        |               |            |                          |
| 21  | 70                          | 150                                      | 27,5                    | 28,0                       | 25,0  | 23,0                        | 23,7  | 21,9                     | 21,4  | 2,0                                 | 3,0   | 0,92              | 46,0                | 34,0  | 8,9                                  | 6,1   | 13,0  | 15,3   | 116,82                    | 0,6086                         | 91,29  | 46,9          |            |                          |
| 22  |                             | 168                                      | 24,0                    | 28,0                       | 23,0  | 18,6                        | 21,8  | 15,7                     | 19,4  | 2,0                                 | 4,0   | 0,82              | 47,0                | 35,0  | 8,9                                  | 6,2   | 8,6   | 13,2   | 100,78                    | 0,5526                         | 92,83  | 55,3          |            |                          |
| 23  |                             | 174                                      | 22,5                    | 33,0                       | 21,0  | 19,6                        | 17,7  | 18,5                     | 14,9  | 2,5                                 | 3,5   | 0,96              | 47,0                | 37,0  | 9,2                                  | 6,9   | 9,3   | 8,0    | 82,84                     | 0,5206                         | 90,58  | 65,6          |            |                          |
| 24  | 60                          | 84                                       | 37,5                    | 34,0                       | 35,0  | 33,9                        | 33,9  | 32,7                     | 30,7  | 2,0                                 | 2,5   | 0,70              | 43,0                | 32,0  | 7,6                                  | 4,3   | 24,7  | 26,4   | 118,12                    | 0,7780                         | 65,35  | 38,2          |            |                          |
| 25  |                             | 156                                      | 24,0                    | 36,0                       | 20,0  | 17,0                        | 19,3  | 16,0                     | 16,5  | 3,0                                 | 3,0   | 0,76              | 47,0                | 34,0  | 8,4                                  | 4,5   | 7,6   | 12,0   | 84,10                     | 0,5192                         | 80,99  | 57,7          |            |                          |
| 26  |                             | 186                                      | 22,5                    | 28,0                       | 19,0  | 16,0                        | 18,0  | 15,8                     | 15,9  | 3,0                                 | 3,5   | 0,74              | 46,0                | 34,0  | 9,2                                  | 5,8   | 6,6   | 10,2   | 85,40                     | 0,4952                         | 92,10  | 64,7          |            |                          |
| 27  | 50                          | 120                                      | 21,0                    | 18,0                       | 19,0  | 16,7                        | 19,0  | 16,4                     | 17,4  | 2,5                                 | 2,5   | 0,54              | 40,0                | 27,0  | 7,8                                  | 4,4   | 8,6   | 13,0   | 71,30                     | 0,5218                         | 62,61  | 52,7          |            |                          |
| 28  |                             | 150                                      | 21,0                    | 17,0                       | 19,0  | 16,3                        | 18,3  | 15,9                     | 16,0  | 3,0                                 | 3,0   | 0,58              | 41,0                | 28,0  | 7,9                                  | 5,3   | 8,0   | 10,7   | 77,17                     | 0,5044                         | 75,66  | 58,8          |            |                          |
| 29  |                             | 168                                      | 21,0                    | 17,0                       | 17,0  | 15,8                        | 16,7  | 15,3                     | 14,6  | 2,5                                 | 3,0   | 0,62              | 42,0                | 30,0  | 8,5                                  | 5,5   | 7,3   | 9,1    | 73,50                     | 0,4896                         | 82,25  | 67,1          |            |                          |
| Tab. IV. Mittlere Füllung 66%; mittlere Compression 11%   |                             |  |                         |                            |       |                             |       |                          |       |                                     |       |                   |                     |       |                                      |       |   |        |                           |                                |        |               |            |                          |
| 30  | 70                          | 102                                      | 32,5                    | 33,0                       | 30,2  | 32,3                        | 28,0  | 30,7                     | 22,2  | 2,0                                 | 2,5   | 0,70              | 17,0                | 14,0  | 3,1                                  | 2,4   | 27,6  | 19,8   | 133,00                    | 0,6420                         | 65,48  | 29,5          |            |                          |
| 31  |                             | 144                                      | 31,0                    | 26,0                       | 25,5  | 26,0                        | 23,7  | 24,6                     | 18,5  | 3,0                                 | 2,5   | 0,72              | 18,0                | 15,0  | 3,2                                  | 2,4   | 21,4  | 16,1   | 148,60                    | 0,5570                         | 80,34  | 32,4          |            |                          |
| 32  |                             | 150                                      | 24,0                    | 23,0                       | 20,0  | 20,8                        | 18,6  | 19,9                     | 14,9  | 3,0                                 | 2,5   | 0,70              | 15,0                | 9,0   | 3,2                                  | 2,4   | 16,7  | 12,5   | 120,50                    | 0,4932                         | 73,98  | 36,7          |            |                          |
| 33  | 60                          | 138                                      | 27,5                    | 25,5                       | 27,0  | 24,6                        | 25,5  | 23,7                     | 19,6  | 2,0                                 | 2,0   | 0,52              | 17,0                | 13,0  | 2,9                                  | 2,2   | 19,8  | 17,4   | 141,20                    | 0,5604                         | 77,33  | 32,8          |            |                          |
| 34  |                             | 144                                      | 27,5                    | 24,0                       | 24,0  | 23,1                        | 21,9  | 21,0                     | 15,6  | 3,0                                 | 2,0   | 0,54              | 19,0                | 14,0  | 2,9                                  | 2,3   | 18,1  | 13,3   | 124,40                    | 0,5260                         | 75,74  | 36,4          |            |                          |
| 35  |                             | 168                                      | 22,5                    | 22,0                       | 21,0  | 22,0                        | 20,2  | 19,7                     | 14,2  | 2,0                                 | 2,0   | 0,46              | 19,1                | 12,0  | 3,0                                  | 2,4   | 16,7  | 11,8   | 131,76                    | 0,5081                         | 85,36  | 38,8          |            |                          |
| 36  | 50                          | 96                                       | 22,5                    | 22,0                       | 21,5  | 20,6                        | 20,4  | 18,8                     | 16,4  | 2,0                                 | 2,0   | 0,35              | 15,0                | 12,0  | 2,6                                  | 2,6   | 16,2  | 13,8   | 79,25                     | 0,4970                         | 47,71  | 36,1          |            |                          |
| 37  |                             | 138                                      | 22,0                    | 20,0                       | 19,5  | 19,1                        | 19,2  | 17,1                     | 15,1  | 2,0                                 | 2,0   | 0,40              | 15,0                | 12,0  | 2,6                                  | 2,7   | 14,5  | 12,4   | 102,50                    | 0,4756                         | 65,63  | 38,4          |            |                          |
| 38  |                             | 156                                      | 20,0                    | 17,0                       | 18,0  | 17,0                        | 17,7  | 15,7                     | 13,2  | 2,5                                 | 2,0   | 0,40              | 16,0                | 15,0  | 3,0                                  | 2,8   | 12,7  | 10,4   | 99,23                     | 0,4478                         | 69,84  | 42,2          |            |                          |
| Tab. V. Mittlere Füllung 64%; mittlere Compression 26%    |                             |  |                         |                            |       |                             |       |                          |       |                                     |       |                   |                     |       |                                      |       |   |        |                           |                                |        |               |            |                          |
| 39  | 70                          | 84                                       | 45,0                    | 46,0                       | 42,5  | 43,2                        | 38,1  | 39,1                     | 29,4  | 3,0                                 | 3,0   | 0,60              | 42,0                | 40,0  | 7,8                                  | 4,7   | 31,3  | 24,7   | 129,34                    | 0,7463                         | 62,69  | 29,0          |            |                          |
| 40  |                             | 144                                      | 40,0                    | 45,0                       | 35,0  | 41,0                        | 32,4  | 36,1                     | 23,4  | 3,5                                 | 2,5   | 0,72              | 43,0                | 39,0  | 8,6                                  | 6,6   | 27,5  | 16,8   | 175,55                    | 0,6961                         | 100,23 | 34,2          |            |                          |
| 41  |                             | 180                                      | 35,0                    | 38,0                       | 33,0  | 31,6                        | 27,3  | 28,0                     | 19,6  | 5,0                                 | 4,0   | 0,80              | 53,0                | 39,0  | 11,8                                 | 8,0   | 16,2  | 11,6   | 137,73                    | 0,5816                         | 104,68 | 45,6          |            |                          |
| 42  | 60                          | 135                                      | 32,5                    | 28,0                       | 27,7  | 25,0                        | 25,4  | 18,6                     | 2,0   | 2,0                                 | 0,68  | 44,0              | 38,0                | 8,0   | 4,3                                  | 17,4  | 14,3  | 118,14 | 0,5472                    | 73,87                          | 37,5   |               |            |                          |
| 43  |                             | 138                                      | 30,0                    | 31,0                       | 26,0  | 27,0                        | 24,0  | 17,3                     | 2,5   | 1,0                                 | 0,68  | 44,0              | 33,0                | 8,2   | 4,3                                  | 16,6  | 13,0  | 112,41 | 0,5302                    | 73,17                          | 39,0   |               |            |                          |
| 44  |                             | 162                                      | 30,0                    | 30,0                       | 25,0  | 28,5                        | 23,8  | 25,7                     | 16,7  | 3,0                                 | 2,0   | 0,66              | 44,0                | 35,0  | 8,3                                  | 4,3   | 17,4  | 14,4   | 132,80                    | 0,5359                         | 86,81  | 39,2          |            |                          |
| 45  | 50                          | 120                                      | 27,5                    | 28,0                       | 24,0  | 23,4                        | 23,0  | 20,8                     | 16,7  | 2,5                                 | 2,0   | 0,44              | 44,0                | 28,0  | 9,2                                  | 4,0   | 11,8  | 12,7   | 80,90                     | 0,4990                         | 59,88  | 45,4          |            |                          |
| 46  |                             | 147                                      | 27,5                    | 26,0                       | 23,0  | 23,3                        | 21,2  | 21,0                     | 14,3  | 2,5                                 | 2,5   | 0,54              | 42,0                | 30,0  | 8,9                                  | 4,1   | 12,1  | 10,2   | 90,20                     | 0,4830                         | 71,01  | 47,2          |            |                          |
| 47  |                             | 156                                      | 27,5                    | 25,0                       | 23,0  | 23,4                        | 20,7  | 20,6                     | 14,9  | 3,0                                 | 2,5   | 0,56              | 45,0                | 30,0  | 8,7                                  | 4,1   | 11,9  | 10,8   | 97,40                     | 0,4846                         | 75,60  | 46,6          |            |                          |
| Tab. VI. Mittlere Füllung 64%; mittlere Compression 38%   |                             |  |                         |                            |       |                             |       |                          |       |                                     |       |                   |                     |       |                                      |       |   |        |                           |                                |        |               |            |                          |
| 48  | 70                          | 156                                      | 40,0                    | 43,0                       | 40,0  | 36,4                        | 32,1  | 33,7                     | 23,2  | 5,0                                 | 4,0   | 0,90              | 72,0                | 52,0  | 21,4                                 | 9,7   | 11,3  | 13,5   | 106,45                    | 0,6362                         | 99,24  | 55,9          |            |                          |
| 49  |                             | 168                                      | 40,0                    | 37,5                       | 40,0  | 34,7                        | 30,3  | 30,9                     | 21,4  | 5,0                                 | 3,5   | 0,90              | 73,0                | 53,0  | 21,3                                 | 9,3   | 9,6   | 12,1   | 100,32                    | 0,6092                         | 102,35 | 61,2          |            |                          |
| 50  |                             | 180                                      | 40,0                    | 39,0                       | 40,0  | 33,1                        | 30,3  | 29,3                     | 21,2  | 4,5                                 | 3,5   | 0,92              | 74,0                | 54,0  | 20,9                                 | 9,7   | 8,4   | 11,5   | 98,57                     | 0,5954                         | 107,17 | 65,2          |            |                          |
| 51  | 60                          | 138                                      | 40,0                    | 48,0                       | 36,0  | 34,7                        | 31,2  | 31,3                     | 21,7  | 4,0                                 | 3,0   | 0,86              | 73,0                | 50,0  | 18,8                                 | 8,7   | 12,5  | 13,0   | 96,74                     | 0,6202                         | 85,59  | 53,1          |            |                          |
| 52  |                             | 150                                      | 38,5                    | 40,0                       | 34,0  | 32,0                        | 30,4  | 28,8                     | 21,7  | 4,0                                 | 3,0   | 0,94              | 71,0                | 52,0  | 19,4                                 | 9,6   | 9,4   | 12,1   | 88,74                     | 0,5892                         | 88,38  | 59,8          |            |                          |
| 53  |                             | 162                                      | 38,5                    | 48,0                       | 40,0  | 29,0                        | 26,0  | 26,0                     | 16,9  | 4,5                                 | 3,5   | 0,81              | 73,0                | 55,0  | 21,9                                 | 10,5  | 4,1   | 6,4    | 46,80                     | 0,5318                         | 86,15  | 112,4         |            |                          |
| 54  | 50                          | 120                                      | 33,5                    | 43,0                       | 32,0  | 25,1                        | 25,6  | 22,4                     | 18,9  | 3,0                                 | 3,0   | 0,6               |                     |       |                                      |       |   |        |                           |                                |        |               |            |                          |

| Nr. des Diagrammes            | Druck im Kessel,<br>Wr. Pfd. | Geschwindigkeit in<br>Umdrehung pr. Min. | Druck im Schie-<br>berkasten | Höchster<br>Druck im<br>Cylinder |       | Mittlerer Druck im<br>Cylinder |  |                             |  | Gegen-<br>druck vor<br>Beginn der<br>Compress. |       | Druck im Blas-<br>rohr | Höchste<br>Com-<br>pression |       | Mittlerer<br>Gegendr.<br>während<br>des Hubes |       | Resultiren-<br>der nutzba-<br>rer Druck<br>während<br>des Hubes |       | Leistung in Pferde-<br>kräften | Dampfverbrauch beider<br>Cylinder |               |                                  |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------|------------------------------|--|------------------------------|----------------------------------|-------|--------------------------------|--|-----------------------------|--|--|-------|------------------------|-----------------------------|-------|---|-------|---|-------|--------------------------------|-----------------------------------|---------------|----------------------------------|--|--|--|--|--|--|
|                               |                              |  |                              | vorn                             | hint. | während der<br>Füllung         |  | während des<br>ganzen Hubes |  | vorn   | hint. |                        | vorn                        | hint. | vorn  | hint. | vorn  | hint. |                                | pr. Um-<br>drehung                | pr.<br>Minute | pr. Pfer-<br>dekraft<br>u. Stde. |  |  |  |  |  |  |
|                               |                              |  |                              |                                  |       |                                |  |                             |  |  |       |                        |                             |       |   |       |   |       |                                |                                   |               |                                  |  |  |  |  |  |  |
|                               |                              |  |                              |                                  |       |                                |  |                             |  |  |       |                        |                             |       |   |       |   |       |                                |                                   |               |                                  |  |  |  |  |  |  |
| Wiener Pfund pr. Quadrat-Zoll |                              |  |                              |                                  |       |                                |  |                             |  |  |       |                        |                             |       |   |       |   |       |                                |                                   | Wiener Pfd.   |                                  |  |  |  |  |  |  |

Tab. VII. Mittlere Füllung 49%; mittlere Compression 16%

|    |    |     |      |      |      |      |      |      |      |     |     |      |      |      |     |     |      |      |        |        |       |      |
|----|----|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|-----|-----|------|------|--------|--------|-------|------|
| 57 | 70 | 144 | 50,0 | 40,0 | 43,0 | 36,1 | 35,7 | 28,5 | 18,0 | 2,5 | 2,5 | 0,70 | 43,0 | 29,0 | 7,2 | 4,9 | 21,3 | 13,1 | 136,20 | 0,4949 | 71,26 | 31,3 |
| 58 |    | 156 | 52,5 | 40,0 | 42,0 | 34,8 | 33,7 | 27,5 | 15,8 | 2,5 | 2,5 | 0,70 | 45,0 | 30,0 | 7,3 | 4,9 | 20,2 | 10,9 | 133,47 | 0,4740 | 73,94 | 33,2 |
| 59 |    | 186 | 47,5 | 35,0 | 39,0 | 31,2 | 30,8 | 25,0 | 12,4 | 3,0 | 3,0 | 0,70 | 45,0 | 33,0 | 7,3 | 5,9 | 17,7 | 6,5  | 123,83 | 0,4844 | 80,79 | 39,1 |
| 60 | 60 | 132 | 45,0 | 38,0 | 37,0 | 33,3 | 32,6 | 26,3 | 16,6 | 2,5 | 2,0 | 0,40 | 36,0 | 23,0 | 5,2 | 3,4 | 21,1 | 13,2 | 124,40 | 0,4722 | 62,33 | 30,0 |
| 61 |    | 151 | 41,5 | 36,0 | 37,0 | 32,6 | 31,6 | 25,6 | 16,2 | 3,0 | 2,5 | 0,46 | 37,0 | 25,0 | 6,0 | 3,4 | 19,6 | 12,9 | 134,13 | 0,4610 | 69,15 | 30,9 |
| 62 |    | 176 | 40,0 | 34,0 | 33,0 | 29,3 | 27,3 | 22,8 | 12,7 | 2,5 | 2,5 | 0,48 | 40,0 | 27,0 | 6,8 | 3,5 | 16,0 | 9,2  | 122,00 | 0,4166 | 73,23 | 36,0 |
| 63 | 50 | 132 | 38,0 | 32,0 | 29,0 | 27,9 | 26,6 | 21,7 | 12,6 | 2,5 | 1,5 | 0,36 | 33,0 | 19,0 | 5,5 | 2,4 | 16,2 | 10,2 | 95,90  | 0,4152 | 54,80 | 34,3 |
| 64 |    | 150 | 35,0 | 30,0 | 28,0 | 25,5 | 25,5 | 19,8 | 11,9 | 1,5 | 2,0 | 0,38 | 35,0 | 22,0 | 6,0 | 2,8 | 13,8 | 9,1  | 94,52  | 0,3903 | 58,54 | 37,1 |
| 65 |    | 162 | 32,5 | 28,0 | 27,0 | 24,3 | 23,7 | 18,4 | 11,6 | 3,0 | 2,5 | 0,40 | 37,0 | 22,0 | 6,7 | 3,4 | 11,7 | 8,2  | 89,20  | 0,3714 | 60,16 | 40,4 |

Tab. VIII. Mittlere Füllung 44,5%; mittlere Compression 16%

|    |    |     |      |      |      |      |      |      |      |     |     |      |      |      |     |     |      |      |        |        |       |      |
|----|----|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|-----|-----|------|------|--------|--------|-------|------|
| 66 | 70 | 138 | 40,0 | 40,5 | 37,0 | 39,1 | 35,0 | 33,0 | 19,1 | 3,0 | 2,5 | 0,60 | 39,0 | 24,0 | 5,9 | 3,0 | 27,1 | 16,1 | 164,00 | 0,5446 | 75,15 | 27,5 |
| 67 |    | 150 | 40,0 | 39,0 | 34,0 | 38,1 | 33,1 | 31,9 | 18,1 | 3,0 | 2,0 | 0,64 | 38,0 | 20,0 | 6,0 | 3,2 | 25,9 | 14,9 | 168,40 | 0,5359 | 80,38 | 28,6 |
| 68 |    | 168 | 35,0 | 40,0 | 33,5 | 35,5 | 30,0 | 30,0 | 16,6 | 4,0 | 2,0 | 0,62 | 42,0 | 23,0 | 7,1 | 3,5 | 22,9 | 13,1 | 166,30 | 0,5006 | 84,10 | 30,0 |
| 69 | 60 | 126 | 35,0 | 37,0 | 32,0 | 36,5 | 30,5 | 30,4 | 16,4 | 3,0 | 1,5 | 0,42 | 35,0 | 20,0 | 5,5 | 2,6 | 24,9 | 13,8 | 133,80 | 0,5126 | 64,58 | 28,9 |
| 70 |    | 144 | 35,0 | 36,0 | 29,0 | 34,2 | 27,5 | 27,6 | 15,0 | 3,0 | 3,0 | 0,50 | 36,0 | 20,0 | 5,8 | 2,8 | 21,8 | 12,2 | 134,70 | 0,4865 | 70,06 | 31,2 |
| 71 |    | 156 | 32,5 | 36,0 | 28,0 | 33,7 | 26,6 | 26,9 | 14,0 | 3,0 | 2,0 | 0,44 | 36,0 | 23,0 | 6,5 | 3,3 | 20,4 | 10,7 | 133,10 | 0,4776 | 74,50 | 33,6 |
| 72 | 50 | 126 | 32,5 | 33,0 | 25,0 | 32,0 | 24,1 | 26,4 | 13,6 | 3,0 | 2,0 | 0,36 | 35,0 | 20,0 | 5,8 | 3,4 | 20,6 | 10,2 | 106,77 | 0,4550 | 57,33 | 32,2 |
| 73 |    | 144 | 27,5 | 34,0 | 25,0 | 30,9 | 24,3 | 25,6 | 12,9 | 3,0 | 1,5 | 0,40 | 34,0 | 19,0 | 5,5 | 3,4 | 20,1 | 9,5  | 117,31 | 0,4496 | 64,74 | 33,1 |
| 74 |    | 156 | 27,5 | 34,0 | 25,0 | 20,6 | 23,0 | 24,6 | 12,1 | 3,0 | 2,5 | 0,42 | 33,0 | 20,0 | 5,8 | 3,8 | 18,8 | 8,3  | 116,33 | 0,4430 | 69,10 | 35,6 |

Tab. IX. Mittlere Füllung 48%; mittlere Compression 27,5%

|    |    |     |      |      |      |      |      |      |      |     |     |      |      |      |     |     |      |      |        |        |       |      |
|----|----|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|-----|-----|------|------|--------|--------|-------|------|
| 75 | 60 | 136 | 40,0 | 40,0 | 34,0 | 28,1 | 29,0 | 20,3 | 13,3 | 1,5 | 1,5 | 0,44 | 42,0 | 32,0 | 9,7 | 4,0 | 10,6 | 9,3  | 74,85  | 0,4184 | 56,90 | 45,6 |
| 76 |    | 162 | 45,0 | 40,0 | 34,0 | 30,7 | 33,3 | 24,4 | 17,2 | 1,5 | 2,5 | 0,40 | 43,0 | 33,0 | 9,4 | 6,6 | 15,0 | 10,6 | 118,58 | 0,4520 | 73,22 | 37,2 |
| 77 |    | 198 | 36,5 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —   | —   | 0,46 | —    | —    | —   | —   | —    | —    | —      | —      | —     | —    |
| 78 | 50 | 150 | 34,0 | 33,0 | 30,0 | 26,0 | 27,3 | 19,4 | 12,4 | 2,0 | 2,0 | 0,32 | 40,0 | 31,0 | 8,5 | 5,2 | 10,9 | 7,2  | 74,71  | 0,3978 | 59,67 | 47,9 |
| 79 |    | 162 | 33,0 | 32,0 | 30,0 | 24,0 | 25,6 | 17,9 | 12,1 | 3,0 | 3,0 | 0,30 | 41,0 | 32,0 | 9,2 | 6,8 | 8,7  | 5,3  | 62,41  | 0,3752 | 60,78 | 58,6 |
| 80 |    | 180 | 31,0 | 30,0 | 28,0 | 23,6 | 26,3 | 17,7 | 11,9 | 2,5 | 2,5 | 0,32 | 40,0 | 30,2 | 8,7 | 8,7 | 9,0  | 6,2  | 75,30  | 0,3760 | 67,68 | 54,0 |

Tab. X. Mittlere Füllung 48%; mittlere Compression 37,5%

|    |    |     |      |      |   |      |   |      |   |     |   |      |      |   |      |   |      |   |   |   |   |   |
|----|----|-----|------|------|---|------|---|------|---|-----|---|------|------|---|------|---|------|---|---|---|---|---|
| 81 | 70 | 126 | 55,0 | 53,0 | — | 52,3 | — | 42,5 | — | 2,5 | — | 1,34 | 52,0 | — | 15,4 | — | 27,1 | — | — | — | — | — |
| 82 |    | 138 | 50,0 | 55,0 | — | 54,0 | — | 43,0 | — | 3,5 | — | 1,16 | 55,0 | — | 13,3 | — | 29,7 | — | — | — | — | — |
| 83 |    | 156 | 50,0 | —    | — | —    | — | —    | — | —   | — | 1,20 | —    | — | —    | — | —    | — | — | — | — | — |
| 84 | 60 | 138 | 45,0 | 40,0 | — | 36,5 | — | 30,0 | — | 2,5 | — | 0,50 | 47,0 | — | 14,1 | — | 15,9 | — | — | — | — | — |
| 85 |    | 150 | 40,0 | 42,0 | — | 38,1 | — | 31,7 | — | 3,0 | — | 1,00 | 55,0 | — | 14,7 | — | 17,0 | — | — | — | — | — |
| 86 |    | 156 | 40,0 | 43,0 | — | 37,6 | — | 30,8 | — | 3,0 | — | 0,36 | 51,0 | — | 14,3 | — | 16,0 | — | — | — | — | — |
| 87 | 50 | 120 | 40,0 | 39,0 | — | 33,6 | — | 27,6 | — | 2,0 | — | 0,30 | 50,0 | — | 13,2 | — | 14,4 | — | — | — | — | — |
| 88 |    | 138 | 33,5 | 37,0 | — | 31,4 | — | 35,6 | — | 2,5 | — | 0,34 | 49,0 | — | 14,0 | — | 11,6 | — | — | — | — | — |
| 89 |    | 144 | 30,0 | 36,0 | — | 31,0 | — | 25,0 | — | 3,0 | — | 0,40 | 49,0 | — | 14,0 | — | 11,0 | — | — | — | — | — |

Anmerkung. Die Diagramme hinten konnten wegen Unordnung des hinteren Indicators nicht aufgenommen werden.

Tab. XI. Mittlere Füllung 35%; mittlere Compression 20%

|    |    |     |      |      |      |      |      |      |      |     |     |      |      |      |     |     |      |      |        |        |       |      |
|----|----|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|-----|-----|------|------|--------|--------|-------|------|
| 90 | 70 | 144 | 62,5 | 44,0 | 47,0 | 40,8 | 41,2 | 29,0 | 17,9 | 3,0 | 1,5 | 0,52 | 49,0 | 30,0 | 9,0 | 3,3 | 20,0 | 14,5 | 137,10 | 0,4186 | 60,28 | 26,4 |
| 91 |    | 162 | 62,0 | 43,5 | 48,0 | 38,1 | 39,0 | 27,1 | 17,5 | 3,0 | 2,0 | 0,56 | 50,0 | 30,0 | 9,3 | 3,1 | 17,4 | 14,4 | 143,50 | 0,3968 | 64,28 | 26,8 |
| 92 |    | 186 | 59,0 | 41,0 | 47,0 | 34,1 | 38,0 | 25,1 | 17,0 | 3,0 | 3,0 | 0,58 | 53,0 | 35,0 | 9,2 | 4,3 | 15,9 | 12,7 | 146,40 | 0,3652 | 67,92 | 27,8 |
| 93 | 60 | 132 | 52,5 | 43,0 | 43,0 | 40,0 | 39,5 | 28,7 | 17,7 | 2,0 | 1,0 | 0,40 | 46,0 | 25,0 | 6,3 | 3,0 | 23,4 | 14,7 | 134,77 | 0,4170 | 55,02 | 24,5 |
| 94 |    | 156 | 50,0 | 34,0 | 37,5 | 31,2 | 34,5 | 21,4 | 15,4 | 2,5 | 2,0 | 0,48 | 47,0 | 28,0 | 8,8 | 3,4 | 12,6 | 12,0 | 105,60 | 0,3440 | 53,66 | 30,5 |
| 95 |    | 180 | 50,0 | 33,0 | 36,0 | 28,8 | 32,0 | 19,2 | 14,6 | 3,0 | 2,5 | 0,52 | 48,0 | 33,0 | 8,9 | 3,5 | 10,3 | 11,1 | 106,01 | 0,3212 | 57,82 | 32,7 |
| 96 | 50 | 120 | 45,0 | 34,0 | 35,0 | 29,5 | 30,7 | 20,8 | 13,0 | 2,5 | 2,0 | 0,36 | 45,0 | 25,0 | 7,1 | 3,2 | 13,7 | 9,8  | 81,23  | 0,3278 | 39,33 | 29,0 |
| 97 |    | 138 | 43,0 | 32,0 | 31,0 | 28,5 | 29,0 | 20,8 | 10,9 | 1,5 | 2,0 | 0,40 | 45,0 | 27,0 | 5,8 | 3,4 | 15,0 | 7,5  | 85,42  | 0,3116 | 43,00 | 30,2 |
| 98 |    | 162 | 42,0 | 31,0 | 32,0 | 25,8 | 26,5 | 17,7 | 9,5  | 2,5 | 2,0 | 0,40 | 49,0 | 27,0 | 8,9 | 3,5 | 8,8  | 6,0  | 66,00  | 0,2920 | 47,30 | 43,0 |

Tab. XII. Mittlere Füllung 31%; mittlere Compression 25%

|     |    |     |      |      |      |      |      |      |      |     |     |      |      |      |     |     |      |      |        |        |       |      |
|-----|----|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|-----|-----|------|------|--------|--------|-------|------|
| 99  | 70 | 120 | 65,0 | 49,0 | 47,0 | 48,7 | 45,9 | 34,6 | 20,5 | 2,5 | 1,5 | 0,60 | 47,0 | 30,0 | 8,6 | 3,7 | 26,0 | 17,0 | 142,00 | 0,4226 | 50,71 | 21,4 |
| 100 |    | 156 | 60,0 | 50,0 | 45,0 | 44,2 | 44,0 | 31,3 | 18,1 | 2,5 | 2,5 | 0,64 | 46,0 | 32,0 | 8,6 | 3,5 | 22,7 | 14,6 | 160,55 | 0,3948 | 61,59 | 23,0 |
| 101 |    | 186 | 60,0 | 50,0 | 43,0 | 47,7 | 42,5 | 33,2 | 15,0 | 3,0 | 2,0 | 0,66 | 47,0 | 35,0 | 8,9 | 5,1 | 24,3 | 9,9  | 175,00 | 0,4879 | 75,87 | 26,0 |
| 102 | 60 | 132 | 52,0 | 48,0 | 42,0 | 45,7 | 37,7 | 30,5 | 13,5 | 3,0 | 2,0 | 0,56 | 50,0 | 27,0 | 9,2 | 3,9 | 21,3 | 9,6  | 112,22 | 0,3876 | 51,16 | 27,4 |
| 103 |    | 158 | 50,0 | 48,0 | 38,0 | 42,2 | 37,3 | 28,1 | 12,7 | 2,5 | 2,5 | 0,54 | 49,0 | 30,0 | 9,3 | 4,9 | 18,8 | 7,8  | 123,00 | 0,3686 | 61,92 | 30,2 |
| 104 |    | 180 | 50,0 | 50,0 | 36,0 | 39,6 | 35,0 | 25,7 | 11,8 | 2,5 | 2,0 | 0,56 | 50,0 | 30,0 | 9,4 | 5,1 | 16,3 | 6,6  | 112,90 | 0,3460 | 62,28 | 33,1 |
| 105 | 50 | 126 | 47,5 | 44,0 | 37,0 | 39,9 | 36,8 | 26,5 | 13,7 | 2,5 | 2,0 | 0,46 | 43,0 | 27,0 | 7,7 | 4,5 | 18,8 | 9,2  | 97,08  | 0,3592 | 45,26 | 28,0 |
| 106 |    | 150 | 45,0 | 45,0 | 33,0 | 39,5 | 33,0 | 25,6 | 12,0 | 3,0 | 2,5 | 0,52 | 46,0 | 27,0 | 9,1 | 4,6 | 16,5 | 7,4  | 99,10  | 0,3484 | 52,26 | 31,6 |
| 107 |    | 156 | 42,5 | 45,0 | 29,0 | 38,7 | 28,5 | 24,4 | 11,3 | 2,0 | 2,5 | 0,50 | 47,0 | 22,0 | 9,3 | 4,7 | 15,1 | 6,6  | 92,68  | 0,3344 | 52,17 | 33,8 |

man sich, dass dies in zwei verschiedenen Ursachen begründet ist.

Einerseits wächst nämlich zwischen grossen Grenzen der Geschwindigkeit auch der Gegendruck, und es wird dadurch der nutzbare Druck und somit auch die Nutzleistung vermindert, anderseits und zwar hauptsächlich ist es aber der durch eine grössere Geschwindigkeit gesteigerte totale Dampfverbrauch, welcher den Druck im Schieberkasten vermindert und daher selbstverständlich auch die Nutzleistung. Es hat somit die Geschwindigkeit auf die Nutzleistung beinahe denselben Einfluss, den ein verminderter Admissionsdruck ausübt, und es ist daher auch einleuchtend, dass man bei verschiedenen Geschwindigkeiten durch entsprechende Stellung der Regulatoröffnung denselben öconomischen Effect erreichen kann, wenn nur überhaupt die Verdampfungsfähigkeit des Kessels eine genügende ist.

Und in der That, wenn man für ganz verschiedene Geschwindigkeiten solche Fälle vergleicht, welche gleichen Admissionsdruck besitzen, so zeigt sich für die höheren Geschwindigkeiten ein ganz unbedeutender Mehrverbrauch von Dampf, welcher im Maximum 10% beträgt. Da jedoch dieser Mehrverbrauch vom Gegendrucke herrührt, so wird derselbe in einzelnen Fällen lediglich von den mehr oder weniger günstigen Ausströmungsöffnungen abhängen, und es kann hieraus zugleich auf den nachtheiligen Einfluss eines geschlossenen Blasrohrs bei hohen Geschwindigkeiten geschlossen werden.

Soll demnach die Verdampfungsfähigkeit des Kessels oder die Grösse desselben nicht übertrieben werden, so wird es gerathen sein, die Verhältnisse des Bewegungsmechanismus einer Maschine so zu wählen, dass die mittleren Kolbengeschwindigkeiten eine Geschwindigkeit von 500' pr. Minute, d. i. 8,33' pr. Secunde nicht überschreitet.

Fasst man schliesslich die bisherigen Bemerkungen zusammen, so liessen sich einige allgemeine Anhaltspunkte zur Erreichung einer guten öconomischen Leistung bei Locomotiven aufstellen. Es erscheint uns jedoch nicht zweckmässig, die complicirten und vielfältig verschiedenen Verhältnisse einer Locomotive in Regeln zu zwingen, welche durch andere practische Rücksichten ebenso viele Ausnahmen erleiden würden. Nur in Bezug auf die Steuerung liessen sich folgende Grundzüge angeben:

1. Innere Deckung gleich 0.
2. Schieberweg, Voreilungswinkel und äussere Deckung sind derart zu combiniren, dass für eine Füllung von 40% das äussere lineare Voreilen 3''' Schieberweg und das innere Voreilen 15% Kolbenweg im Maximum betragen.
3. Setzt man weiters eine freie Einströmungsöffnung von  $\frac{1}{15}$  bis  $\frac{1}{20}$  Kolbenfläche voraus, und ist  $p$  der Dampfdruck im Schieberkasten, so beträgt der von der Füllung herrührende Druck, auf den Kolbenlauf reducirt, nahe  $0,4 p$ . Bei einer Füllung von 40% beträgt aber die Expansionsleistung circa 50–60% von jener der Füllung; es beläuft sich somit der ganze auf den Kolbenlauf reducirte positive Druck nahe  $0,6 p$ .

Betrachtet man noch ferner den für diese Verhältnisse beobachteten Gegendruck von 6–10 Pfd. pr. □" als für

outside Maschinen allgemein geltend, so lässt sich der wirklich nutzbare Druck während des ganzen Kolbenlaufes mit  $0,6 p - 10$  Pfd. pr. □" berechnen.

Es setzt dies jedoch solche Kessel- und Cylinder- Dimensionen voraus, dass die Maschine bei 40% Füllung eben die normale Leistung liefert. Hierbei kann bei genügender Regulatoröffnung der Admissionsdruck  $p$  um 10–20% niedriger als der Kesseldruck veranschlagt werden. Der Dampfverbrauch wird sich unter diesen Verhältnissen auch mindestens auf 20 Pfd. pr. Stunde und Pferdekraft stellen.

Die sichersten und richtigsten Anhaltspunkte wird man immer aus dem unmittelbaren Studium und dem Vergleiche vieler Indicator-Diagramme schöpfen, und wir halten es daher für gerechtfertigt, wenn wir die Anzahl derselben durch die mitgetheilte Sammlung bereichert haben.

## Theorie der Quetschwalzwerke.

Von Otto Wertheim.

Als Constructeur der belgischen Bergwerksgesellschaft „Vieille Montagne“ hatte ich im Laufe der Jahre 1858, 1859 und 1860 vielfache Gelegenheit eine grosse Anzahl von Erzwalzwerken zu beobachten und kam mehrmals in die Lage theils neue Maschinen dieser Art zu construiren, theils bereits bestehende nach vorangegangener Prüfung umzubauen.

Das Bedürfniss, feste Anhaltspunkte für die Beurtheilung der alten und die Construction der neuen Walzwerke zu gewinnen, ist die nächste Veranlassung zu der nachfolgenden Arbeit gewesen, deren Veröffentlichung vielleicht nicht ohne Nutzen sein dürfte, da meines Wissens über diesen Gegenstand nur einzelne zerstreute Notizen, aber keine vollständigen Constructionsregeln publicirt wurden.

Ich bin bei der Aufstellung dieser Regeln von jenen Gesichtspuncten ausgegangen, die für den practischen Bergmann maassgebend sind und habe mich bemüht, den Ausdrücken jene Form zu geben, die für die Praxis wünschenswerth ist, indem sie ein rasches Substituiren von Zahlenwerthen gestattet.

Wo immer es nöthig erschien, habe ich Erfahrungscoefficienten eingeführt und deren Werthe mit aller nur möglichen Genauigkeit durch Reihen von Beobachtungen und Versuchen zu bestimmen gesucht. Ich werde hierüber, um den Zusammenhang nicht zu unterbrechen, in einem Anhang besonders berichten.

Um die Resultate der Rechnungen anschaulicher zu machen, habe ich an passenden Stellen Zahlenbeispiele eingefügt, diese jedoch nicht willkürlich angenommen, sondern nur wirklich ausgeführte Maschinen, die im besten Betriebe nur wirklich ausgeführt wurden. Ich that dies einerseits, um die Ueberstehen, dazu benützt. Ich that dies einerseits, um die Ueberstimmung der Theorie mit den guten Erfahrungen der Praxis zu zeigen, anderseits aber, um mich nicht dem Vorwurfe auszusetzen, dass ich Constructions-elemente willkürlich so angenommen hätte, wie es für das beabsichtigte Resultat gerade wünschenswerth erschien. Indem ich dem technischen Publicum meine Arbeit übergebe, spreche ich den Wunsch aus, dass meine Fachgenossen durch dieselbe in Bezug

auf die Construction und die Bergleute durch die darnach ausgeführten Quetschwalzwerke zufriedengestellt werden möchten.

Wir legen unseren Berechnungen die nachfolgenden Annahmen zu Grunde;

1. Die Walzen sollen eine ziemlich glatte, gleichförmige Oberfläche haben; wir abstrahiren von jenen Stössen und Vibrationen, die durch den Mangel derselben hervorgebracht werden könnten.

2. Wir setzen voraus, dass der geometrische Zusammenhang des Walzwerkes ein absolut starrer ist, somit keine Theile vorhanden sind, die anders, als durch Bruch aus ihrer gegenseitigen Lage gebracht werden können.

3. Die aufgegebenen Erze sollen bezüglich der rückwirkenden Festigkeit homogen sein, und wenn dies nicht der Fall ist, so muss der Coefficient für die rückwirkende Festigkeit jener Erzsor ten in Rechnung gebracht werden, für welche er am grössten ist.

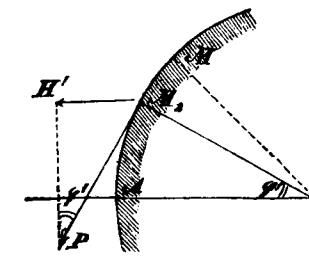
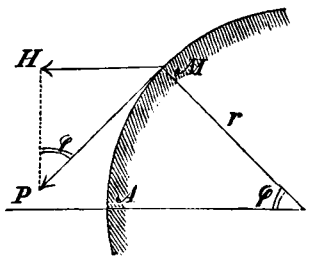
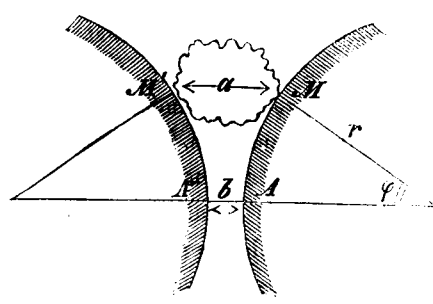
Der leichteren Uebersicht wegen stellen wir hier die wichtigsten in den nachfolgenden Rechnungen eingeführten Buchstaben mit ihrer Bedeutung zusammen. Alle Längenmaasse sind Meter, alle Gewichte sind Kilogramme.

- $r$  ... Halbmesser der Walzen in Metern.
- $a$  ... Höhe des aufgegebenen Kornes und zugleich die Distanz jener 2 Punkte auf den Walzenoberflächen, in welchen dasselbe gepackt wird (in Metern).
- $b$  ... Die Grösse des ausfallenden Kornes und zwar der grössten Stücke, die zwischen den Walzen durchfallen können, folglich kann  $b$  im Maximum = der Distanz der 2 Walzenoberflächen in der Verbindungslinie ihrer Mittelpunkte sein.
- $s$  ...  $a - b$ .
- $l$  ... Walzenlänge in Metern.
- $v$  ... Die Umfangsgeschwindigkeit der Walzenoberfläche während des Walzens.
- $\varphi$  ... Der Winkel, den die Verbindungslinie der Mittelpunkte beider Walzen mit dem Radius des Punktes bildet, in dem das Korn gepackt wird.
- $P$  ... Ein am Walzenumfang in tangentialer Richtung wirkender Druck in Kilogr.
- $H$  ... Die horizontale Componente dieses Druckes.
- $p$  ... Der auf den Walzenumfang reducirte Druck der wirklich vorhandenen Betriebskraft.
- $\lambda'$  ... Die lebendige Kraft eines mit dem Walzwerke verbundenen Schwungrades.
- $z$  ... Der Füllungscoefficient, eine Zahl, die angibt, der wie viele Theil der Walzenlänge mit Erz belegt ist.
- $Q$  ... Die Quantität der Erze in Cubicmetern, die das Walzwerk in einer 12stündigen Schicht durcharbeiten kann.
- $M$  ... Der Coefficient für die rückwirkende Festigkeit des zu verarbeitenden Erzes in Kilogr. per 1  $\square$  Meter.

Entwicklung der allgemeinen Gleichungen.

Um ein Erzstück, das zwischen 2 Walzen fällt und in den Punkten  $MM$  von denselben gepackt wird, zu zermalmen, ist ein horizontaler Druck in der Richtung  $H$  nöthig.

Stellen wir uns vor,



dass am Umfange der Walzen ein constanter Druck in tangentialer Richtung wirke, den wir mit  $P$  bezeichnen, und dass dieser constante Druck in seiner horizontalen Componente  $H$  die zum Zerquetschen nöthige Kraft liefere.

Diese horizontale Componente im Punkte  $M$ , wo das Erzstück gepackt wird, ist  $H = P \sin \varphi$ .

Nun wird allerdings das Erz nicht momentan im Punkte  $M$  so weit zerquetscht, als dies nöthig ist, sondern vorerst nur in 2 oder 3 Stücke zersprengt,

die tiefer hinabfallen, etwa in  $M_2$  neuerdings gepackt und weiter zerbrochen werden. Diese Operation wiederholt sich mehrere Male bis das zertrümmerte Erz zwischen den Walzen durchfallen kann. Analog diesem Vorgange wird für die zweite Operation im Punkte  $M_2$  die horizontale Componente

$$H' = P \sin \varphi'$$

sein und wir hätten als Schlussresultat eine Gleichung von der Form

$$(H + H' + H'' + \dots) = P(\sin \varphi + \sin \varphi' + \sin \varphi'' + \dots)$$

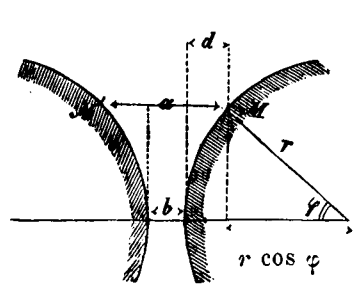
Allein, wenn wir annehmen, dass die ganze Operation des Zerquetschens schon im Punkte  $M$  vor sich gehe, so begehen wir keinesfalls einen Fehler, der  $H$  kleiner macht, als es wirklich sein soll, weil ja alle folgenden Werthe von  $H$ , nämlich  $H', H'' \dots$  in eben dem Maasse kleiner sind wie  $H$ , als die Sinusse der Winkel  $\varphi', \varphi''$  im Vergleich mit dem Sinus von  $\varphi$  abnehmen.

Wir wollen deshalb keine Rücksicht darauf nehmen, dass der Winkel  $\varphi$  während der Quetschoperation variabel ist und nehmen an, dass der ganze Widerstand im ungünstigsten Punkte überwunden werde, dem der Winkel  $\varphi$  entspricht, somit erhalten wir die Gleichung

$$H = P \sin \varphi. \dots \dots \dots (1)$$

Die trigonometrischen Beziehungen zwischen  $a, b, r$  und  $\varphi$  ergeben sich durch nachfolgende Berechnung:

$$d = \frac{a}{2} - \frac{e}{2} = \frac{S}{2} = r - r \cos \varphi = r (1 - \cos \varphi);$$



$$r = \frac{S}{2(1 - \cos \varphi)};$$

drückt man  $\cos \varphi$  durch  $\sin \varphi$  aus, so findet man nach gehöriger Reduction:

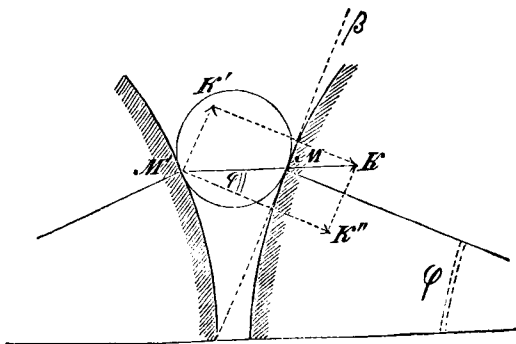
$$\sin \varphi^2 = \frac{4 r S - S^2}{4 r^2} \quad (II)$$

$$r = S \cdot \frac{1 + \sqrt{1 - \sin \varphi^2}}{2 \sin \varphi^2}.$$

Aus der Gleichung (1) können wir den Schluss ziehen, dass es zweckmässig wäre, wenn  $\varphi$  gross ist, weil wir dann mit einer constanten am Umfang wirkenden Kraft  $P$  einen



um so grösseren Widerstand  $H$  überwinden können. Aber die Grösse von  $\varphi$  hat eine Grenze, die wir nicht überschreiten dürfen. Macht man nämlich  $\varphi$  zu gross, das heisst, gibt man auf kleine Walzen zu grosse Erzkörner auf, so werden diese nicht mehr von der Walzenoberfläche gepackt, sondern rutschen längere Zeit hin und her, springen auch wohl in die Höhe, und es liegt dann nur in zufälligen Ursachen (Stössen, Unebenheiten der Walzenoberfläche etc.), wenn sie endlich doch gepackt und zermalmt werden. Es kommt also darauf an, den Winkel  $\varphi$  so zu bestimmen, dass er möglichst gross sei, ohne ein Gleiten und Rutschen der Erze auf den Walzen zu veranlassen. Zu diesem Behufe wollen wir das Spiel der Kräfte untersuchen, die das Korn an die Walzen anpressen und durch Reibung festhalten, die also nützlich sind, und jener Kräfte, die das Korn auf der Walzenoberfläche aufwärts schieben, mithin schädlich sind. Wenn das Erzkorn, welches wir für diese Betrachtung, um den ungünstigsten Fall anzunehmen, von kugel- oder walzenförmiger Form voraussetzen, zwischen die Quetschwalzen fällt, so wird in demselben, sobald es mit den Punkten  $M$  und  $M'$  in Berührung gekommen ist, eine innere Spannung entstehen, vermöge welcher es die Walzen auseinander zu drücken sucht. Setzen wir den dieser Spannung entgegenwirkenden



Widerstand der Walzen  $= K$ , und zerlegen wir  $K$  in zwei auf einander senkrechte Kräfte, von denen eine  $K'$  parallel der Tangente  $\gamma\beta$  schädlich wirkt, indem sie das Erzkorn nach aufwärts zu drücken strebt, während die andere  $K''$  den normalen Druck des Kornes gegen die Walzenfläche repräsentiert.

Es ist  $K' = K \sin \varphi$ ;  $K'' = K \cos \varphi$ ; nennen wir den Reibungscoefficienten des Erzes auf der Walzenoberfläche  $f = \tan \alpha$ , so soll  $K' < K'' f$  sein,

$$K \sin \varphi < K \cos \varphi \tan \alpha; \tan \varphi < \tan \alpha \text{ oder } \varphi < \alpha.$$

Dieses Resultat ist zwar in so ferne wichtig, als es den Werth von  $\varphi$  in engere Grenzen einschliesst, ist aber für die Praxis noch lange nicht genügend \*).

\*) Zu demselben Resultate gelangt Herr Ingenieur Werner in Berlin, welcher im Jahre 1857 einen Aufsatz über Quetschwalzen in der „Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure“ publicirt hat. Herr Werner, der den allgemeinen Fall betrachtet, dass die beiden Quetschwalzen ungleiche Durchmesser und ungleiche Winkelgeschwindigkeiten hätten, gelangt für den von mir behandelten einfachen Fall, dass beide Walzen gleich gross sind, zu einer mit (II) identischen Formel, in welcher aber statt  $\varphi$  der Reibungswinkel  $\alpha$  functionirt. Würde man nach dieser Formel Erzwälzwerke berechnen, so bekäme man keine mit den Erfahrungen der Praxis übereinstimmenden Resultate.

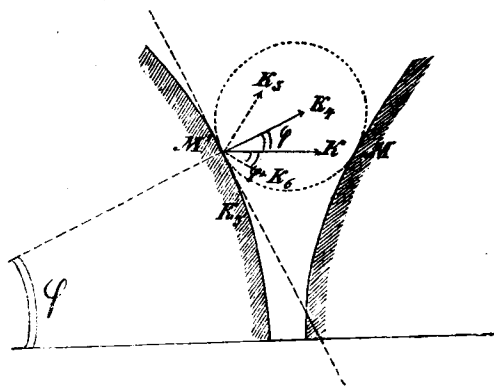
Wenn wir aber die Kraft  $K$  zunächst in zwei Componenten zerlegen, von denen eine  $K_s$  parallel mit der Tangente der Walze  $M_1$  ist und die zweite  $K_n$  senkrecht auf dieser Tangente, und nur diese letztere, die schädlich wirkt, in Rechnung ziehen, so erhalten wir für  $\varphi$  einen viel bestimmteren Werth.

(Es ist dies im Einklange mit einer theoretischen Anschauung, die ich über diesen Vorgang habe, auf welche ich ein anderes Mal näher eingehen werde, wenn ich die Theorie der Mehlwälderwerke, ein Ersatzmittel für Pochwerke, publiciren werde.)

$$K_s = K \cos \varphi.$$

Zerlegen wir nun  $K_s$  in zwei Componenten  $K_1$  und  $K_2$ , von denen die erste parallel der Tangente der Walze  $M$ , die zweite senkrecht auf diese Richtung angenommen wird, so ergibt die Rechnung, dass

$$K_1 = K_s \cos 2 \varphi \text{ und } K_2 = K_s \sin 2 \varphi.$$



mit verschiedenen Geschwindigkeiten laufen, und der Reihe nach alle vorgerichteten Probestücke zermahlen, bis ich endlich zu Korngrößen gelangte, die längere Zeit zwischen den Walzen liegen blieben und selbst bei einer geringeren als der normalen Umfangsgeschwindigkeit nicht zerquetscht wurden. Selbst für diese extravaganten Fälle war der Winkel  $\varphi$  nur um wenige Grade grösser als der dem Material entsprechende Winkel  $\frac{\alpha}{2}$ .

Für die vorstehende Untersuchung haben wir die Form der Erzkörner als kugelförmig angenommen, um den ungünstigsten Fall der Rechnung zu unterziehen und, aus demselben Grunde, die als Probeobjecte dienenden Erzstücke in eine ähnliche Form gebracht. Für die Rechnung des Widerstandes, den die Erze dem Zerquetschen leisten, wollen wir eine würfelförmige Gestalt voraussetzen, weil dies für diese Rechnung in demselben Verhältnisse ungünstiger ist, als die Fläche des Quadrates grösser ist, als die des demselben eingeschriebenen Kreises.

Die Annahme des würfelförmigen Querschnittes, die wir auch für die Folge beibehalten werden, entspricht weit besser den von der Handscheidung gelieferten kantigen Stücken als die Kugelform.

Den Widerstand in Kilogr., den alles in einem bestimmten Momente zwischen den Walzen befindliche Erz dem Zerdrücken entgegensetzt, wollen wir mit  $H$  bezeichnen.

Dieser Widerstand ist:

1. proportional dem Querschnitt des Erzes zwischen den Walzen; 2. proportional dem Coefficienten für die rückwirkende Festigkeit des Erzes; 3. in einer gewissen Weise abhängig von dem Grade, bis zu welchem wir das Erz zerkleinern wollen; denn erfahrungsgemäss ist eine geringere Kraft nöthig, um einen Körper in 2 oder 3 Stücke zu brechen, und eine grössere Kraft, um ihn zu Pulver zu zermahlen\*).

Wir erhalten somit die Gleichung

$$H = a l M \cdot f(S)$$

Um diese Function von  $S$  zu bestimmen, haben wir folgende Anhaltspunkte:

für  $a = b$  wird  $S = 0$  und es soll dann  $H = 0$  sein,  
 „  $b = 0$  „  $S = a$  „ „ „ „  $H = a l M$  sein,  
 wenn wir nämlich unter  $M$  jenen Druck verstehen, der nöthig ist, um 1 Cubicmeter Erz zu Pulver zu zermahlen.

Den beiden Bedingungen wird Genüge geleistet, wenn

man  $f(S) = \frac{S}{a}$  annimmt und wir erhalten in diesem Falle für  $H$  die Gleichung

$$H = a l M \frac{S}{a} = l M S.$$

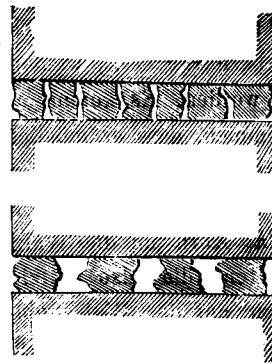
Als ich die Coefficienten für die rückwirkende Festigkeit bestimmte, habe ich mich sorgfältig bemüht, die Richtigkeit von  $f(S) = \frac{S}{a}$  durch Versuche zu bestätigen.

Ich habe zu diesem Behufe von einem und demselben Erzstücke mehrere Würfel angefertigt, einige derselben nur zur Bestimmung von  $M$  benützt (worüber ich im Anhang ausführlich berichten werde), die andern aber in solcher Weise gequetscht, dass sich die beiden Eisenplatten zuerst nur bis zur halben, respect.  $\frac{1}{3}$  Würfelhöhe einander nähern konnten.

\*) Wir werden später noch Anlass finden über diese Eigenschaft der Körper zu sprechen.

Mehrere solche mit verschiedenen Erzstücken angestellte Versuche fielen befriedigend genug aus, um die Annahme der Formel  $H = M l S$  zu rechtfertigen.

Allein diese Gleichung ist noch nicht richtig, denn indem wir für den Querschnitt des zwischen den Walzen liegenden Erzes  $a l$  annehmen, gehen wir von der Voraussetzung



aus, dass die einzelnen Erzstücke dicht an einander gepresst, fast ohne Zwischenräume neben einander lägen, während dies in Wirklichkeit nicht stattfindet. Die Walzen können nie absolut vollständig, sondern immer nur theilweise gefüllt sein, und eben deshalb müssen wir in die entwickelte Gleichung einen Füllungscoefficienten  $z$  einführen, der anzeigt, der wie viele Theil der Walzenlänge

mit Erz belegt sei.

$$H = z \cdot l M S \dots \dots \dots (III)$$

$z$  ist eine erfahrungsgemäss zu bestimmende Zahl, die aber innerhalb gewisser Grenzen eingeschlossen ist. Erstens muss  $z$  immer  $< 1$  sein, was sich von selbst versteht; zweitens aber muss  $z$  mindestens so gross sein, dass bei jeder Walzoperation ein Korn  $a$  zwischen den Walzen liegt. Da nun  $\frac{l}{a}$  die Zahl der Körner ist, die im Maximum Platz hat,

so ist  $z = \frac{1}{\frac{l}{a}} = \frac{a}{l}$  der kleinst mögliche Werth. Nimmt man

auf diese Bedingung keine Rücksicht, so gibt die Rechnung oft widersinnige Resultate.

Wenn wir die früher entwickelte Gleichung

$$r = S \cdot \frac{1 + \sqrt{1 - \sin^2 \varphi}}{2 \sin^2 \varphi}$$

näher ins Auge fassen, so sehen wir, dass  $r$  dem  $a$ , der Grösse des aufgetretenen Kornes, direct proportional ist. Mithin müssen wir für grobe Erzsor ten grosse Walzen-Durchmesser anwenden und für feines Korn kleine Walzen\*). Befolgt man diese Regel nicht und macht die Walzen kleiner als sie nach Gleichung (II) werden sollen, dann können sie das Korn nicht fest packen, die Erzstücke werden oft auf den Walzen längere Zeit liegen bleiben, und vielleicht Betriebsstörungen veranlassen.

Macht man aber die Walzen grösser als sie nach Gleichung (II) werden sollen, dann wird der Winkel  $\varphi$  kleiner als unumgänglich nöthig wäre, und unter der Annahme einer continuirlich wirkenden Betriebskraft  $P$  entsteht eine Kraftvergeudung, weil  $P = \frac{H}{\sin \varphi}$ , das heisst weil für einen constanten Widerstand  $H$  der Druck  $P$  um so grösser werden muss, je kleiner der Winkel  $\varphi$  ist.

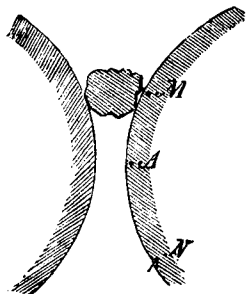
Wir werden am Schlusse dieser Abhandlung die Bezie-

\*) Für sehr kleine Korngrößen, wobei es sich um die Erzeugung von Mehl handelt, würde man indessen nach der obigen Formel allzu kleine Walzen bekommen, die sich rasch abnützen und wenig durcharbeiten würden. Es gehört diess in's Gebiet der Mehlwalzwerke, über welche ich, wie schon oben erwähnt wurde, demnächst eine Specialarbeit zu publiciren heabsichtige.

hungen zwischen dem Walzenhalbmesser und der Betriebskraft nochmals eingehend erörtern.

Wir haben alle bisherigen Rechnungen unter der Annahme durchgeführt, dass das Walzen ein continuirlicher Arbeitsprocess sei und  $P$  der auf den Walzenumfang reducirte Druck einer continuirlich wirkenden Betriebskraft. Da aber in der Praxis das Walzen nicht continuirlich geschehen kann, so können wir statt dieser idealen Kraft, die ungemein gross ausfallen würde, uns mit einer viel kleineren begnügen, die continuirlich wirkend momentan einen sehr heftigen Druck zu erzeugen im Stande ist.

Wir wollen zunächst die Walzmethode genau beschreiben.



Wir legen zwischen die Walzen eine gewisse Erzmenge  $q$  und lassen diese Quantität zerquetschen, indem wir die Walzen von  $M$  bis  $A$  umdrehen. Den Weg  $MA$ , den ein Punkt der Walzenoberfläche während dieser Operation des Zerquetschens zurücklegt, nennen wir  $s'$ .

Wenn  $q$  durchgearbeitet ist, so geben wir nicht sofort wieder neues Erz zwischen die Walzen, sondern lassen durch eine gewisse Zeit, während welcher der Punkt  $M$  den Weg  $AN = s$  zurücklegt, die Walzen leer umlaufen. Diese Zeit, die wir beim Walzen verlieren, benutzen wir, um die nöthige Kraft

für die nächste Walzoperation zu gewinnen.

Statt jener idealen Kraft, die wir uns bisher continuirlich wirkend gedacht haben, bringen wir eine im Vergleich mit ihr sehr kleine continuirlich wirkende Betriebskraft in Anwendung, die am Walzenumfang den Druck  $p$  erzeugt. Mit dem Walzwerke verbinden wir ferner ein grosses Schwungrad, welches uns als Kraftmagazin dienen muss.

Wir erzeugen zunächst mit der wirklich vorhandenen Betriebskraft ( $p$ ), indem wir dieselbe durch längere Zeit auf die Schwungmasse wirken lassen, eine lebendige Kraft  $\lambda'$ .

Mit dieser lebendigen Kraft und mit dem Druck  $p$ , welchen wir durch den Weg  $s'$  wirken lassen, überwinden wir den durch das Zerquetschen der Erze verursachten Widerstand. Dieser Widerstand ist gleich dem vorher berechneten Druck  $H$ , multiplicirt mit einem Wege  $S$ , während dessen Zurücklegung dieser Druck stattfinden muss. Wir wollen aber in die Gleichung die Bedingung hineinlegen, dass, wenn dieser Widerstand überwunden ist, die lebendige Kraft  $\lambda'$  nicht ganz erschöpft sein soll, sondern nur kleiner geworden, etwa  $= \lambda$ ; somit ist

$$\lambda' + p s' = H S + \lambda \quad \dots \dots \dots (IV)$$

Diese Gleichung repräsentirt das Spiel der Kräfte, während der Zeit der eigentlichen Walzoperation. Nun lassen wir die Betriebskraft ( $p$ ) durch den Weg  $s$  auf die Schwungmasse einwirken und wollen in dieser Zeit die consumirte lebendige Kraft  $\lambda' - \lambda$  wieder erzeugen; somit ist

$$p s = \lambda' - \lambda \quad \dots \dots \dots (V)$$

Diese beiden Gleichungen drücken alle Beziehungen

zwischen der wirklich vorhandenen Betriebskraft, dem Schwungrade und dem Widerstand aus.

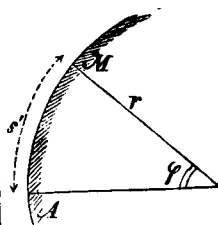
Wir wollen nun noch eine Relation aufstellen zwischen diesen wirklich vorhandenen Kräften und jener idealen Kraft ( $P$ ), die wir bisher am Umfang wirkend angenommen haben.

Wir gehen dabei von der Anschauung aus, dass die im Beginne der eigentlichen Walzoperation am Walzenumfang wirkenden Drücke, sowohl der ideale als der wirklich vorhandene, einander gleich sein müssen und finden somit

$$P = p + \frac{\lambda'}{s'} \quad \dots \dots \dots (VI)$$

Die in den letzten Gleichungen vorkommenden Grössen  $s'$  und  $S$  repräsentiren Weglängen, die wir leicht berechnen können:

$$s' = \text{Bog. } MA = \frac{2 r \pi \varphi}{360} \quad \dots \dots \dots (VII)$$



Der ideale Weg  $S$ , den die Kraft  $H$  zurücklegen muss, um Erz von der Grösse  $a$  auf die Grösse  $b$  zu bringen, ist offenbar  $= a - b$ , somit hat  $S$  in den eben entwickelten Gleichungen dieselbe Bedeutung wie in den vorhergehenden.

Zur Bestimmung der Quantität  $Q$  in Cubicmetern, die ein Walzwerk in einer 12stündigen Schicht durcharbeiten kann, wird uns die folgende Rechnung führen.

Bei jeder Walzoperation liegt zwischen den Walzen eine Erzmenge  $q$ , die gleich ist dem Querschnitt der (würfelförmig angenommenen) Erzstücke  $a^2$ , multiplicirt mit der Walzenlänge und mit dem Füllungscoefficienten

$$q = z a^2 l.$$

Während der eigentlichen Walzoperation legen die Walzen den Weg  $s'$  zurück; während des Leerlaufs den Weg  $s$ , somit ist:  $s + s' =$  dem Wege eines Punctes der Walzenoberfläche während einer Walzperiode. Nennt man die Umfangsgeschwindigkeit der Walzen  $v$ , so ist  $\frac{s + s'}{v} =$  Zeitdauer einer

Walzperiode  $= t$ . Eine 12stündige Schicht hat aber, wenn man die vielen Zeitverluste während der Arbeit berücksichtigt, höchstens 10 wirkliche Arbeitsstunden oder 36000 Sekunden, somit ist  $\frac{36000 v}{s + s'} =$  Zahl der Walzperioden in einer 12stündigen Schicht,

$$\text{und hieraus folgt } Q = \frac{36000 v}{s + s'} \cdot q \text{ oder}$$

$$Q = \frac{36000 v z a^2 l}{s + s'} \quad \dots \dots \dots (VIII)$$

Die Umfangsgeschwindigkeit  $v$ , welche in der letzten Gleichung erscheint, ist ein für den Gang des Walzwerkes höchst wichtiges Element. Es ist wünschenswerth,  $v$  möglichst gross zu machen, weil die Quantität  $Q$  demselben direct proportional ist. Andererseits ist es aber durch die Erfahrung festgestellt, dass das Gleiten der Erze auf den Walzen um so weniger eintreten wird, je langsamer diese umlaufen.  $v$  hängt somit von allen jenen Umständen ab, die auf das Gleiten Einfluss nehmen, von der Beschaffenheit der Walzenoberfläche und dem Grad der Nässe des aufgegebenen Haufwerks.

Somit wird  $v$ , welches erfahrungsgemäss bestimmt werden muss, jedenfalls eine Function von  $\varphi$  sein. Ich bin nach vielen Versuchen zu dem Ergebnisse gelangt, dass man brauchbare Werthe für  $v$  erhält, wenn man es nach der empirisch aufgestellten Formel berechnet:

$$v = \frac{0,16}{\sin \varphi} \text{ in Metern} \dots \dots \dots (\text{IX})$$

Die Walzenlänge  $l$ , welche in den Gleichungen (III) u. (VIII) erscheint, muss ebenfalls empirisch bestimmt werden.  $l$  muss so gross sein, dass mit Rücksicht auf ein passendes  $z$  die nöthige Menge  $Q$  durchgearbeitet werden kann. Indessen darf man hier jene Grenze nicht überschreiten, die für die Solidität der Maschine, und für die im Anfange der Theorie aufgestellte Bedingung der Starrheit aller Maschinentheile nothwendig ist. Würde  $l$  im Verhältniss zum Walzendurchmesser allzu lange gemacht werden, so könnte vielleicht ein Federn eintreten und in diesem Falle, welcher übrigens nur bei kleinen Feinwalzwerken eintreten dürfte, muss man sich mit einer geringeren, practisch ausführbaren Walzenlänge begnügen und statt eines Feinwalzwerks deren zwei aufstellen. Man erhält schöne constructive Verhältnisse, wenn man die Walzenlänge nach der empirischen Formel berechnet:

$$l = \frac{2}{3} r + 0,25 \text{ Meter} \dots \dots \dots (\text{X})$$

Bezüglich des Ausdrucks für die Zeit einer Walzperiode  $t = \frac{s+s'}{v}$  müssen wir bemerken, dass in allen jenen Fällen wo das Walzwerk ohne künstliche Aufgabevorrichtung arbeitet,  $t$  nicht kleiner sein darf als die Zeit, die der Arbeiter nöthig hat, um die Quantität  $q$  von der Bühne in den Trichter zu werfen.

Man erhält hierdurch für neu zu erbauende Walzwerke mit Handaufgabe eine zweite Bedingungsgleichung, die erfüllt werden muss, wenn die Rechnung practisch ausführbare Verhältnisse liefern soll.

#### Beurtheilung bereits bestehender Walzwerke.

In den bis jetzt entwickelten 10 Gleichungen sind die wechselseitigen Beziehungen zwischen 16 Grössen ausgedrückt. Wir können jedoch durch Elimination von  $P$  und  $\lambda$ , die weder für die Construction neuer, noch für die Beurtheilung alter Walzwerke von practischer Wichtigkeit sind, die Zahl der Gleichungen auf 8 mit 14 Grössen reduciren. Für die Construction neuer Walzwerke, wo auch die empirischen Gleichungen für  $v$  und  $l$  mit in Rechnung kommen, müssen somit 6 Grössen gegeben sein; für bereits gebaute Walzwerke fallen diese beiden empirischen Gleichungen weg und es bleiben somit nur 6 Gleichungen zur Bestimmung von eben soviel Grössen, während die andern 8 gegeben sein müssen.

Diese 6 Gleichungen stellen wir nachfolgend zusammen und wollen die wechselseitigen Beziehungen zwischen den wichtigsten Elementen näher in's Auge fassen.

$$\sin \varphi^2 = \frac{4 r S - S^2}{4 r^2} \dots \dots \dots (1)$$

$$s' = \frac{2 r \pi \varphi}{360} \dots \dots \dots (2)$$

$$H = z l M S \dots \dots \dots (3)$$

$$\lambda' = \frac{H s'}{\sin \varphi} - \frac{H S s'}{s + s'} \dots \dots \dots (4)$$

$$p = \frac{H S}{s + s'} \dots \dots \dots (5)$$

$$Q = \frac{36000 v z a^2 l}{s + r} \dots \dots \dots (6)$$

Es sind dies zunächst die Betriebskraft, das Schwungrad und die Quantität  $Q$  und ausserdem die Grösse  $(s + s')$ , die für die klare Einsicht in den eigentlichen Arbeitsprocess von der grössten Wichtigkeit ist.

Combinirt man die Gleichungen (3), (5) und (6) so findet man

$$p = \frac{Q M S^2}{36000 a^2 v} \dots \dots \dots (7)$$

Wie wir sehen, ist  $p$  dem  $Q$  direct proportional und da in diesen Gleichungen  $\lambda'$  nicht erscheint, so hat folgender Satz allgemeine Gültigkeit:

„Wenn man mit zwei gleich gebauten Walzwerken, deren Schwungräder verschiedene lebendige Kräfte produciren, ein und dieselbe Quantität derselben Erze durcharbeiten will, so ist die dazu nöthige Betriebskraft in beiden Fällen dieselbe“

Ebenso findet man:

$$Q = \frac{36000 p v a^2}{M S^2} \dots \dots \dots (8)$$

Durch Combination von (4) und (5) findet man:

$$\frac{s + s'}{v} = \frac{S \sin \varphi}{v} \left( \frac{\lambda'}{p s} + 1 \right) \dots \dots \dots (9)$$

und daraus kann man folgern, dass, wenn zwei gleich gebaute Walzwerke mit gleicher Betriebskraft (und somit gleichem  $Q$ ) verschieden starke Schwungräder haben, die Zeitdauer einer Walzperiode mit der Kraft des Schwungrades abnimmt; die Zahl der Walzperioden per Schicht wächst natürlich in diesem Falle.

Bestimmt man aus (9)  $\lambda'$  und substituirt für  $p$  den Werth von (7), so wird

$$\lambda' = \frac{Q M S^2}{36000 a^2 v} \left( \frac{s + s'}{S \sin \varphi} - 1 \right) \dots \dots \dots (10)$$

das heisst, wenn man mit einem und demselben Walzwerk verschiedene Quantitäten durcharbeiten will und in die Rechnung die Bedingung legt, dass  $(s + s')$  in beiden Fällen denselben Werth haben soll, so muss man nicht nur die Betriebskraft in demselben Verhältniss vergrössern, als  $Q$  zunimmt (was aus 7 folgt), sondern auch die lebendige Kraft des Schwungrades.

Wenn ein und dasselbe Walzwerk mit derselben Betriebskraft, aber mit ungleich starken Schwunghmassen arbeitet, so wird es in beiden Fällen dieselbe Quantität durcharbeiten, aber in verschiedener Weise. Ist das Schwungrad kräftig, so wird der Füllungscoefficient  $z$  verhältnissmässig gross, in Folge dessen sind  $H$  und  $q$  gross, ebenso  $\frac{s + s'}{v}$  die Zeit einer Walzperiode; ist aber das Schwungrad schwach, so wird  $z$  und mit ihm  $H$  und  $q$  klein und die Maschine wird ihre Arbeitsleistung auf eine viel grössere Zahl von Walzperioden vertheilen, deren jede einzelne von um so geringerer Dauer ist.

Wir wollen das eben Gesagte an einem Zahlenbeispiele anschaulich machen, indem wir dasselbe zuerst für die wirklich bestehenden Verhältnisse berechnen und dann durch willkürliche Veränderungen in den Annahmen uns einen Einblick in die Art und Weise gestatten wie die Arbeitsleistung vor sich geht.

Es dürfte vielleicht am Platze sein, dem Leser die bekannten Formeln ins Gedächtniss zurückzurufen, mittelst welcher man  $v$ ,  $\lambda'$  und  $p$  berechnet, wenn man die Zahl der Umdrehungen der Walzen und des Schwungrades, die Dimensionen und das Gewicht des letzteren, so wie die Kraft des Motors in Pferdekraften, kennt. Nennt man  $n$  die Zahl der Umdrehungen der Walzen per 1 Minute,  $n'$  die Zahl der Umdrehungen des Schwungrades per 1 Minute,  $V$  die Umfangsgeschwindigkeit desselben in Metern per 1 Secunde,  $R$  den Halbmesser,  $G$  das Gewicht desselben,  $g$  die Acceleration der Schwere = 9,808 Meter und  $E_n$  die Kraft des Motors in Pferdekraften zu 75 Km., so ist

$$v = \frac{2 r \pi n}{60} \text{ oder } n = \frac{60 v}{2 r \pi}$$

$$p = \frac{75 E_n}{v} \text{ oder } E_n = \frac{p v}{75}$$

$$\lambda' = \frac{G V^2}{4 g} = \frac{G V^2}{39,232} \text{ und } V = \frac{2 R \pi n}{60}$$

### Zahlenbeispiel.

I. Berechnung des Walzwerkes unter den beim wirklichen Betriebe stattfindenden Verhältnissen.

Gegeben:

$$r = 0,^m36$$

$$a = 0,^m06$$

$$b = 0,^m015; \text{ somit } S = 0,045$$

$$n = 7\frac{1}{2} \text{ Touren per 1' somit } v = 0,^m2827$$

$$l = 0,^m42$$

$$E_n = 12 \text{ Pferde, somit } p = 3183 \text{ Kilogr.}$$

Das Schwungrad hat 4,^m7 Durchmesser, 2500<sup>k</sup> Gewicht und macht per Minute 60 Touren, somit ist

$$\lambda' = 13895.$$

Der Coefficient für die rückwirkende Festigkeit ist durch Versuche bestimmt

$$M = 3000000 \text{ Kilogr.}$$

Allgemeine Formeln: Berechnete Zahlenwerthe.

$$\sin \varphi^2 = \frac{4 r S - S^2}{4 r^2} \quad \varphi = 20^\circ 21' 50''$$

$$s' = \frac{2 r \pi \varphi}{360} \quad s' = 0,^m1280$$

$$H = \left( p + \frac{\lambda'}{s'} \right) \sin \varphi \quad H = 38893 \text{ Kilogr.}$$

$$s = \frac{H S}{p} - s' \quad s = 0,^m420$$

$$z = \frac{H}{M l s} \quad z = 0,686$$

$$Q = \frac{36000 v z a^2 l}{s + s'} \quad Q = 19,23 \text{ Cubicmeter.}$$

$$\text{Zeit einer Walzperiode} = \frac{s + s'}{v} = 1,94 \text{ Secunden.}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Zahl der Walzperioden in} \\ \text{der 12stündigen Schicht} \end{array} \right\} = \frac{36000 v}{s + s'} = 18556.$$

II. Berechnung desselben Walzwerkes mit einem kleineren Schwungrade, aber mit derselben Betriebskraft

Gegeben:

$$r = 0,^m36; a = 0,^m06; S = 0,^m045;$$

$$v = 0,^m2827; l = 0,^m42; p = 3183 \text{ Kilogr.}$$

Das Schwungrad habe nur 3 Meter Durchmesser, nur 1400 Kilogr. Gewicht und soll ebenfalls 60 Umdrehungen in einer Minute machen; folglich wird:

$$\lambda' = 3166.$$

Die allgemeinen Formeln für die Berechnung bleiben dieselben wie vorher und man findet:

$$\varphi = 20^\circ 21' 50''$$

$$s' = 0,^m1280$$

$$H = 9431$$

$$s = 0,^m0052$$

$$z = 6,1663$$

$$Q = 19,23 \text{ Cubicmeter}$$

$$\text{Zeit einer Walzperiode} = 0,473 \text{ Secunden.}$$

$$\text{Zahl der Perioden} = 76330.$$

Dieses Beispiel sagt uns aber bei aufmerksamer Betrachtung noch weit mehr, als wir früher aus den allgemeinen Formeln herausgelesen haben.

Wir sehen, dass die Zeit einer Walzperiode so klein ist, dass ein regelmässiger Betrieb ohne künstliche Aufgebe-Vorrichtung ganz unmöglich ist, während das sub I berechnete Walzwerk von einem oder höchstens 2 Arbeitern hinreichend gut bedient werden kann. Würden wir das Schwungrad noch etwas kleiner angenommen haben, so würde uns die Rechnung einen noch kleineren Füllungscoefficienten  $z$  gegeben haben, und der Walzprocess, der an die Bedingung  $z = \frac{l}{a}$

als Minimum geknüpft ist, wäre absolut unmöglich geworden. Wir sehen also, dass, wenn man auch innerhalb gewisser Grenzen das Schwungrad kleiner machen kann, als es für den regelmässigen Betrieb vortheilhaft ist, dies nie so weit getrieben werden kann, dass man dasselbe ganz entbehren könnte. Natürlich gilt dies nur unter der Annahme, dass wir mit einer verhältnissmässig kleinen Betriebskraft ( $p$ ) und nicht mit der ungemein grossen im Anfange dieser Arbeit besprochenen Kraft ( $P$ ) die Erze verkleinern wollen.

Wir gehen nun zur Beantwortung der höchst wichtigen Frage über, welche Beziehung zwischen der Betriebskraft und dem Walzenhalbmesser stattfindet.

Betrachten wir vorerst die früher besprochene Kraft  $P$ , so ergibt sich durch Combination der drei Gleichungen:

$$P = \frac{H}{\sin \varphi}; \sin \varphi = \frac{\sqrt{4 r S - S^2}}{2 r}; H = z l M S;$$

$$P = \frac{r}{\sqrt{4 r S - S^2}} 2 z l M S,$$

und wenn wir uns erlauben  $S^2$ , welches im Vergleich mit  $4 r S$  sehr klein ist, zu vernachlässigen, so finden wir annäherungsweise

$$P = \frac{r}{\sqrt{r}} \frac{2 z l M S}{2 \sqrt{S}} = \sqrt{r} \cdot z l M \sqrt{S} \quad (11)$$

$P$  ist mithin direct proportional der Quadratwurzel aus  $r$ , das heisst, wenn man ohne Schwungrad arbeitet, so wächst der Druck am Umfange der Walzen, wenn man den Halbmesser derselben vergrössert. Anders gestaltet sich diese

Beziehung, wenn man mit der Betriebskraft ein kräftiges Schwungrad verbindet. Nehmen wir, um dieselbe kennen zu lernen, 2 Walzwerke als gegeben an, für die  $a$ ,  $l$ ,  $S$ ,  $M$  und  $v$  einerlei Werth haben, die mit den gleichen Schwungrädern versehen sind und gleich viel Erz per Schicht durcharbeiten sollen, aber verschiedene Walzenhalbmesser haben.

Suchen wir durch Combination aus den bekannten 6 Gleichungen  $p$  als Function dieser gegebenen Grössen zu bestimmen, so gelangen wir zu der bereits bekannten Gleichung (7)

$$p = \frac{Q M S^2}{36000 a^2 v} \quad \dots \quad (7)$$

die frei von  $r$  und allen davon abhängigen Grössen ist. Wir sehen somit, dass in diesem Falle der Druck am Umfange unabhängig von  $r$  ist und können den allgemein gültigen Satz aufstellen:

„Die Betriebskraft eines Walzwerkes ist unabhängig vom Halbmesser der Walzen, wenn alle andern gegebenen Grössen die gleichen Werthe besitzen. Fragen wir aber auch in diesem Falle um die Art und Weise, wie das Walzwerk in beiden Fällen seine Arbeitsleistung verrichtet, so finden wir:

$$\frac{s + s'}{v} = \frac{36000 a^2 \lambda' \sin \varphi}{Q M S s'} + \frac{S \sin \varphi}{v},$$

und wenn wir  $s'$  und  $\sin \varphi$  als Functionen von  $r$  ausdrücken, und zwar  $s'$  nicht durch den Bogen  $\varphi$ , sondern durch den  $\sin \varphi^*$ , und beim Werthe vom  $\sin \varphi$ ,  $S^2$  als sehr klein im Vergleich mit  $4 r S$ , vernachlässigen, so ergibt die Berechnung:

$$\frac{s + s'}{v} = \frac{36000 a^2 \lambda'}{1,0215 Q M S} \cdot \frac{1}{r} + \frac{S \sqrt{S}}{v \sqrt{r}} \quad \dots \quad (12)$$

Wir ersehen aus dieser Gleichung, dass der Walzenhalbmesser von wesentlichem Einfluss auf die Art und Weise ist, in der die Arbeitsleistung von Statton geht.

Kleine Walzen werden stark gefüllt laufen, viel Erz in einer Operation zermahlen, die Zahl der Walzperioden in der Schicht wird mithin klein sein. Grosse Walzen aber werden bei der gleichen Betriebskraft und bei demselben Schwungrade nur schwache Füllung vertragen und ihre Arbeitsleistung auf eine sehr grosse Zahl von kurzdauernden Perioden vertheilen.

Wenn man aber 2 Walzwerke mit verschiedenen Walzenhalbmessern annehmen, aber in die Rechnung die Bedingung einführen würde, dass die beiden Maschinen nicht nur per Schicht dieselbe Quantität durcharbeiten, sondern auch mit demselben Füllungscoefficienten functioniren sollen, dann gibt die Rechnung das interessante Resultat, dass auch in diesem Falle die Betriebskraft dieselbe bleibt wie vorher, dass aber die mit den Walzen verbundene Schwungmasse eine um so grössere lebendige Kraft besitzen muss, je grösser  $r$  ist. Die Art und Weise, wie  $\lambda'$  von  $r$  abhängt, sieht man aus der nachfolgenden Gleichung, die man durch Combination von

(3), (4) und (6) erhält, wenn man  $s'$  und  $\sin \varphi$  in der vorhin angedeuteten Weise als Functionen von  $r$  ausdrückt und  $S^2$  vernachlässigt.

$$\lambda' = 1,0215 z l M S \left( r - \frac{S \sqrt{S Q}}{36000 v z a^2 l} \sqrt{r} \right) \quad (13)$$

Zur Erläuterung der Beziehungen, die wir jetzt allgemein besprochen, wollen wir zwei Zahlenbeispiele berechnen.

III. Alle Daten stimmen mit jenen von I überein, nur  $r$  ist verändert:

$$a = 0,06; S = 0,045; l = 0,42; v = 0,2827$$

$$M = 3000000; Q = 19,23; \lambda' = 13893$$

$$r = 0,6 \text{ Meter.}$$

Allgemeine Formeln: Berechnete Zahlenwerthe:

$$\sin \varphi^2 = \frac{3 r S - S^2}{4 r^2}$$

$$\varphi = 15^\circ 45'$$

$$s' = \frac{2 r \pi \varphi}{360}$$

$$s' = 0,2274 \text{ Meter}$$

$$z = \frac{\lambda' \sin \varphi}{M S s' l} + \frac{Q S \sin \varphi}{36000 a^2 l}$$

$$z = 0,307$$

$$H = z l M S$$

$$H = 17407 \text{ Kilogr.}$$

$$s + s' = \frac{36000 a^2 v \sin \varphi \lambda'}{Q M S s'} + S \sin \varphi$$

$$s = 0,0186 \text{ Meter}$$

$$p = \frac{Q M S^2}{36000 a^2 v}$$

$$p = 3183 \text{ Kilogr.}$$

$$\text{Dauer einer Walzperiode} = \frac{s + s'}{v} = 0,872 \text{ Sekunden.}$$

$$\text{Zahl der Perioden in der } \left. \begin{array}{l} \text{12stündigen Schicht} \end{array} \right\} = \frac{36000 v}{s + s'} = 41284$$

IV. Gegeben:

$$a = 0,06; S = 0,045; l = 0,42; v = 0,2827$$

$$M = 3000000; Q = 19,23$$

$$r = 0,6 \text{ Meter und } z = 0,686 \text{ (wie in I)}$$

Allgemeine Formeln: Berechnete Zahlenwerthe:

$$\sin \varphi^2 = \frac{4 r S - S^2}{4 r^2}$$

$$\varphi = 15^\circ 45'$$

$$s' = \frac{2 r \pi \varphi}{360}$$

$$s' = 0,2274 \text{ Meter}$$

$$H = z l M S$$

$$H = 38893 \text{ Kilogr.}$$

$$s + s' = \frac{36000 v z a^2 l}{Q}$$

$$s = 0,3206 \text{ Meter}$$

$$\lambda' = \frac{H s'}{\sin \varphi} - \frac{H S s'}{s + s'}$$

$$\lambda' = 31887 \text{ Kilogrammometer}$$

$$p = \frac{H S}{s + s'}$$

$$p = 3183 \text{ Kilogr.}$$

$$\text{Zeit einer Periode} = \frac{s + s'}{v} = 1,94 \text{ Sekunden.}$$

$$\text{Zahl aller Perioden} = \frac{36000 v}{s + s'} = 18556.$$

Die Unabhängigkeit der Betriebskraft vom Halbmesser der Walzen dürfte vielleicht im Widerspruch erscheinen mit manchen Erfahrungen der Praxis. Bedenkt man indessen, in welcher Weise diese Erfahrungen gewonnen werden, dass man in den meisten Fällen zwei verschiedene Walzwerke mit einander vergleicht, die nicht nur ungleiche Walzendurchmesser, sondern auch verschiedene Erze, verschiedene Korn-

\*) Statt  $s' = \frac{2 r \pi \varphi}{360}$  setzen wir  $s' = \mathfrak{A} r \sin \varphi$ , wo  $\mathfrak{A}$  eine für den betreffenden Mittelwerth von  $\varphi$  zu berechnende Zahl ist. Für jene Werthe von  $\varphi$ , die hier in Betracht kommen, kann man annäherungsweise  $\mathfrak{A} = 1,0215$  annehmen.

grössen, vielleicht auch ungleiche Schwungräder haben, und dass selbst dann die Bedingungen nicht dieselben sind, wenn man den Versuch an demselben Walzwerke macht, — so ergibt sich die Unsicherheit der Beobachtungsergebnisse, und der Widerspruch der Rechnung mit denselben erscheint leicht erklärlich. Wenn man an einem bestehendem Walzwerke grössere oder kleinere Walzenringe aufzieht, verändert man allerdings den Halbmesser und kann  $\alpha S M Q$  und dasselbe Schwungrad beibehalten. Lässt man nun die Kraftmaschine gleich schnell laufen wie vorher, so bleibt wohl  $\lambda'$  constant, aber die Umfangsgeschwindigkeit  $v$  ändert sich, richtet man aber den Gang des Motors so ein, dass die neuen Walzen dieselbe Umfangsgeschwindigkeit haben, wie die alten, so producirt man mit demselben Schwungrade eine andere lebendige Kraft.

### Construction neuer Walzwerke.

Für die Construction neuer Walzwerke haben wir, wie schon bemerkt worden ist, 8 Gleichungen mit 14 Grössen, von denen 6 bekannt sein müssen, wenn die andern durch die Rechnung bestimmt werden sollen.

Die Korngrösse  $\alpha$ , die man verarbeiten will, die Korngrösse, die man erhalten will ( $\beta$ ) und die Quantität  $Q$  sind in jedem Falle als gegeben anzunehmen. Der Coefficient für die rückwirkende Festigkeit der Erze muss durch Versuche bestimmt werden, desgleichen der Reibungswinkel  $\alpha$ , der uns zur Kenntniss von  $\varphi$  verhilft.

Somit sind fünf Grössen als gegeben zu betrachten ( $\alpha, S, Q, M, \varphi$ ) und es liegt in unserer Wahl, die sechste anzunehmen. Unsere Wahl darf nicht auf  $p$  fallen, da wir dann für  $v$  leicht einen Werth bekommen könnten, der von dem durch die empirische Gleichung (9) gegebenen sehr verschieden und somit practisch unausführbar wäre. Wenn wir den Einfluss bedenken, den  $z$  oder  $s + s'$  auf den regelmässigen Gang der Maschine hat, so liegt es nahe, durch Annahme einer dieser Grössen eine darauf bezügliche Bedingung in die Rechnung zu legen. Wir haben zwar vorherhin gesehen, dass man ein und dasselbe Resultat durch sehr verschiedene Walzprocesse erzeugen kann, indessen ist dies für die Praxis nur innerhalb gewisser Grenzen ausführbar.

Wenn  $z$  sehr klein und  $s + s'$  gross angenommen wird, so wird auch  $H$  sehr klein, und da nach dem Drucke zwischen den Walzen die Dimensionen der Zapfen und aller auf Festigkeit in Anspruch genommenen Theile zu berechnen sind, so wird nicht nur das Schwungrad, sondern die ganze Maschine schwach ausfallen. Das ist allerdings vortheilhaft, denn es verringert das Anlagecapital, aber damit ist der grosse Uebelstand einer sehr regelmässigen sorgfältigen Aufgebevorrichtung verknüpft, der für die Praxis nicht zu unterschätzen ist. Im umgekehrten Fall fällt der letzte Umstand weg, aber man vertheuert die Anlage durch den Bau einer übermässig starken Maschine, die für ein ihr entsprechendes Schwungrad auch sehr kostspielige Fundamente voraussetzt.

Ich bin durch die Untersuchung einer grossen Zahl von bestehenden Maschinenanlagen zu dem Ergebnisse gelangt, dass man mit gleichem Vortheil für die Anlage wie für den Betrieb von neu zu erbauenden Walzwerken  $\frac{s}{s'} = 3$  annehmen soll.

Was die Winkel  $\alpha$  und  $\varphi$  betrifft, so habe ich bereits bei der Entwicklung der allgemeinen Gleichungen meiner Versuche zur Bestimmung derselben Erwähnung gethan.

Ich habe diese Versuche mit verschiedenen Erzsorten, verschiedenen Korngrössen und mit verschiedenen Eisenplatten angestellt, für jede der Combinationen eine Reihe von Versuchen gemacht und sowohl mit trockenen als nassen, sowohl mit reinen als mit schmandigen Erzen experimentirt. Es hat sich hierbei herausgestellt, dass weder die verschiedenen Erzsorten, noch die verschiedenen Eisenplatten von wesentlichem Einfluss sind, dass  $\alpha$  im Allgemeinen für nasse Erze grösser ist als für trockene, ferner dass für nasse Erze  $\alpha$  um so grösser wird, je kleiner die Korngrösse ist, für trockene hingegen  $\alpha$  mit der Korngrösse abnimmt.

Für die Praxis ist es jedoch von grosser Wichtigkeit, dass diese Veränderungen nicht sehr bedeutend sind, und man kann, ohne einen merklichen Fehler zu begehen, für die am häufigsten vorkommenden Korngrössen ( $\alpha = 70$  bis 12 Millimeter, das ist 3 Zoll bis  $\frac{1}{2}$  Zoll)  $\alpha$  constant annehmen und zwar  $= 40^\circ$ .

Führt man den diesem  $\alpha$  entsprechenden Werth von  $\varphi = 20^\circ$  in die Formeln ein, so vereinfachen sich diese in folgender Weise.

Allgemeine Formeln für die Berechnung von neu zu erbauenden Walzwerken.      Specielle Formeln, wenn man  $\varphi = 20^\circ$  und  $\frac{s}{s'} = 3$  annimmt.

Gegeben:

$$\alpha, M, S, Q$$

$$\varphi \text{ und } \frac{s}{s'}$$

$$r = \frac{S}{2(1 - \cos \varphi)}$$

$$s' = \frac{2r\pi\varphi}{360}$$

$$v' = \frac{0.16}{\sin \varphi}$$

$$l = \frac{2}{3}r + 0.25$$

$$z = \frac{Q(s + s')}{36000 v a^2 l}$$

$$H = z l M S$$

$$p = \frac{H S}{s + s'}$$

$$\lambda' = \frac{H s}{\sin \varphi} - \frac{H S s'}{s + s'}$$

Gegeben:

$$\alpha, M, S, Q$$

$$\varphi = 20^\circ; \frac{s}{s'} = 3$$

$$r = 8.2909 S$$

$$s' = 0.349 r$$

$$v' = 0.468 \text{ Meter}$$

$$l = \frac{2}{3}r + 0.25 \text{ Meter}$$

$$z = \frac{Q}{12069 a^2 l}$$

$$H = \frac{Q M S}{12069 a^2}$$

$$p = \frac{Q M S}{139675 a^2}$$

$$\lambda' = \frac{Q M S^2}{1470 a^2}$$

Nach diesen Formeln wollen wir ein Zahlenbeispiel rechnen.

Es sollen per Tag 20000 Kilog. Erz von 20 Millimeter Korngrösse auf 5 Millim. Korn gebracht werden. Die rückwirkende Festigkeit der Erze ist  $M = 2500000$ . 1000 Kilog. Erz sind 0.560 Cubicm., somit  $Q = 11.2$  Cubicm.

Wir nehmen  $\varphi = 20^\circ$  und  $\frac{s}{s'} = 3$  an.

Gegeben:  $\alpha = 0.02$  Met.;  $S = 0.015$ ;  $M = 2500000$ ;

$$Q = 11.2 \text{ Kilog.}; \varphi = 20^\circ; \frac{s}{s'} = 3.$$

Berechnet:  $r = 0.1244$  Met.;  $s' = 0.04361$  Met.  
 $v' = 0.468$  Met.;  $l = 0.3366$  Met.



$z = 0,683$  Met.;  $H = 8700$  Kilog.

$p = 752$  Kilog.;  $\lambda' = 1141$  Kilogramm.

Hieraus folgt die Zahl der Umdrehungen der Walzen per  $1' = n = 35,7$ .

Wenn man annimmt, dass das Schwungrad auf der Walzenaxe sitze und 3 Meter Durchmesser habe, so wird  $G = 1423$ . Die Betriebskraft wird  $E_n = 4,69$  Pferdekkräfte.

Fast genau nach diesen Daten ist ein Walzwerk ausgeführt worden ( $r = 0,13$ ;  $l = 0,34$ ;  $G = 1264$ ), welches seit mehreren Jahren im Betriebe ist und sehr gut arbeitet.

Sollte die Aufgabe vorliegen, ein neues Walzwerk zu bauen, welches aber mit einer vorhandenen Betriebskraft und einem damit verbundenen Schwungrade getrieben werden soll, so lassen sich die alsdann unbekannten Grössen  $Q$  und  $z$  eben so leicht aus den allgemeinen Formeln entwickeln.

Hat man nun in einem oder dem andern Falle die Rechnung auf diese Weise durchgeführt, so kann man direct zur Construction schreiten. Die Dimensionen der Zapfen, des Gestelles und aller auf Festigkeit in Anspruch genommenen Theile berechnet man, wie schon oben erwähnt wurde, mit Hilfe von  $H$ , dem zwischen den Walzen stattfindendem Drucke. Es würde uns zu weit führen, auf diese Berechnungen, sowie auf die Detailconstruction hier näher einzugehen, und wir wollen uns nur bezüglich eines einzigen Punctes eine Bemerkung erlauben.

Wir sind beim Beginne der Rechnung von der Annahme ausgegangen, dass der geometrische Zusammenhang aller Walzwerktheile ein absolut starrer sei, und es könnte scheinen, wie wenn diese Annahme, für alle nach den vorstehenden Formeln gebauten Walzwerke, die Federn oder Gegengewichte gänzlich ausschliessen würde. Allein dies ist nicht der Fall. Wir sind von der Nothwendigkeit solcher Palliativmittel so sehr überzeugt, dass wir niemals eine Maschine ohne ein solches in Betrieb setzen würden. Aber wir betrachten Federn oder Gegengewichte oder irgend einen dieselben ersetzenden Apparat eben nur als zu dem Zwecke vorhanden, um Unglücksfällen vorzubeugen, und machen dieselben deshalb so stark, dass sie nur dann in Wirksamkeit treten, wenn nicht Erze, sondern Metallstücke zwischen die Walzen gelangen.

Die Federn oder Gegengewichte sollen bei den Walzwerken in ähnlicher Weise fungiren wie die Sicherheitsventile bei den Dampfkesseln, und so wie ein aufmerksamer Heizer es nie so weit kommen lassen soll, dass durch die letztere viel Dampf verloren geht, so soll der Arbeiter auf der Walzwerksbühne dafür sorgen, dass seine Ventile sich nicht zu öffnen brauchen, einmal, indem er das Einfallen von Eisenbestandtheilen (kleinen Keilen, Schraubenmuttern etc.) in den Trichter verhindert und dann, indem er so regelmässig aufgibt, dass die Walzen nie mehr Stoff bekommen als sie auf einmal zerquetschen können.

Die Federn oder Gegengewichte von vielen bestehenden Quetschwalzen entsprechen diesen Bedingungen nicht; die ersten sind so schwach und die letzteren so gering belastet, dass sie fast beständig fort spielen. Und darin liegt zugleich die Erklärung für die merkwürdige Thatsache, dass alle diese Maschinen so grosse Mengen durcharbeiten, trotzdem sie viel zu kleine Schwungräder haben. Die Walzen öffnen sich, so-

bald ein etwas härteres Stück zwischen dieselben gelangt, und diese Gelegenheit benützen alle in demselben Momente auf den Walzen liegenden Erzkörner, auch die weicheren, um ebenfalls ungequetscht durchzufallen. Wenn trotz dieses Umstandes, der sich bei jedem solchen Walzwerk mehrmal in der Minute wiederholt, ein ziemlich bedeutender Theil des durchgearbeiteten Erzes in der gewünschten Weise verkleinert worden ist, so kommt dies von der sehr grossen Sprödigkeit vieler, namentlich der härteren Erze her. In Folge dieser Eigenschaft reicht ein geringer Druck hin, um ein grosses Erzstück sofort in viele kleine Theile zu zersprengen.

Ich kann es nicht unterlassen, hier zu bemerken, dass die allgemeine Formel (V), in welcher ich  $f(S) = \frac{S}{a}$  eingeführt habe, nur für solche Erze gilt, welche die eben erwähnte Eigenschaft der Sprödigkeit nicht in allzu hohem Grade besitzen. Die im Anhange mitgetheilten Versuche zur Bestimmung der Coefficienten  $M$  sind ebenfalls nicht auf solche Erze ausgedehnt worden.

Es dürfte nicht uninteressant sein, wenn wir zum Schlusse unserer Untersuchung die lebendige Kraft des Schwungrades vor und nach jeder Walzoperation und das Verhältniss von  $P$  zu  $p$  mit einander vergleichen und zwar für jene Annahmen, nach welchen wir neue Walzwerke berechnen, nämlich für

$$\varphi = 20^\circ \text{ und } \frac{s}{s'} = 3$$

$$\lambda = \frac{Hs}{\sin \varphi} - Hs; \quad \lambda' = \frac{Hs}{\sin \varphi} - \frac{HSs}{s+s'};$$

folglich ist

$$\frac{\lambda'}{\lambda} = \frac{s(s+s') - Ss' \sin \varphi}{s'(s+s') - S(s+s') \sin \varphi} = \frac{32,49}{29,52} = 1,100 \text{ oder}$$

$$\lambda : \lambda' = 10 : 11,$$

$$P = \frac{H}{\sin \varphi}; \quad p = \frac{HS}{s+s'},$$

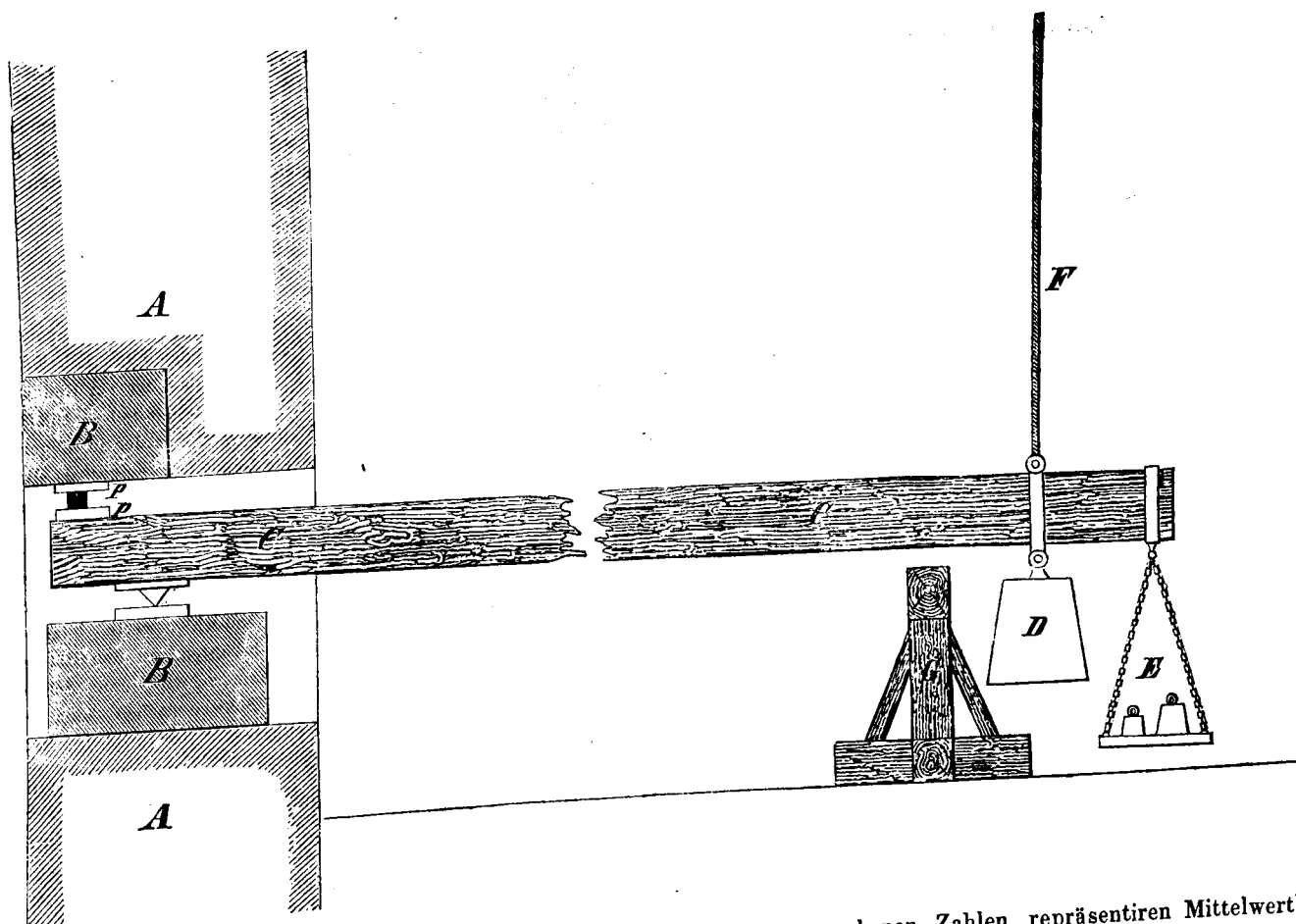
$$\frac{P}{p} = \frac{s+s'}{S \sin \varphi} = \frac{11,573}{0,342} = 33,84, \text{ oder}$$

$$p = \frac{1}{34} P.$$

#### Anhang.

Beschreibung der Versuche zur Bestimmung des Coefficienten für die rückwirkende Festigkeit der Walzerze.

Diese Versuche datiren vom Jahre 1858 und sind leider nur auf eine geringe Zahl von Erzsor ten ausgedehnt worden. Es sind dies diejenigen Blende- und Bleierze, mit deren Aufbereitung sich die Gesellschaft „Vieille Montagne“ in ihren nächst Bensberg (bei Köln) gelegenen Wäsch en beschäftigt. Ich habe mich damals vergeblich bemüht, solche Coefficienten für Erze in einer der vielen Tabellen aufzufinden, die über Festigkeitsverhältnisse publicirt worden sind, und glaube nicht, dass dieselben je bestimmt wurden. Eine Veröffentlichung meiner Versuche, wenn sie auch innerhalb sehr enger Grenzen ausgeführt wurden, dürfte daher schon deshalb nicht ohne Nutzen sein, weil sie wenigstens als Anhaltspuncte für ähnliche Erze dienen können.



Der Apparat, dessen ich mich bediente, ist vorstehend skizzirt. *A* ist eine alte sehr massive Mauer, *B* sind zwei solide Widerlager und *C* ein langer, starker, hochkantiger Balken. Sowohl der Drehungspunkt des Hebels als der Angriffspunkt waren mit Stahlplatten armirt, welche auf der Skizze mit *p* bezeichnet sind. Die Hauptbelastung mit grossen Gewichten fand im Punkte *D* statt, die kleineren Gewichte wurden am äussersten Hebelende in der Wagschale *E* aufgelegt. Jede Erschütterung, jeder Stoss beim Auflegen der Gewichte wurde sorgfältig vermieden und zu diesem Behufe war das Balkenende durch ein Seil *F*, welches vertical in die Höhe und dann über eine Rolle lief, mit einer kleinen Winde in Verbindung. Vor dem Auflegen jedes grösseren Gewichtes wurde dieses Seil straff angezogen und nur allmählig wieder gelockert. Ein massiver höherer Bock *G* unter dem belasteten Hebelende und einige eiserne Klammern, die in der Mauer befestigt waren, fingen den Hebel im Momente, wo der Erzwürfel zerquetscht wurde, auf, ohne jedoch die vollständige Zermalmung des Gesteines zu verhindern.

Die schwierigste und zeitraubendste Arbeit ging den eigentlichen Versuchen voran, nämlich die Herstellung der kleinen Würfel, deren Festigkeit untersucht werden sollte. — Nur selten gelang es, dieselben durch den Meissel annähernd regelmässig herzustellen, in welchem Falle dieselben mit einer Schlichtfeile fertig gemacht wurden, und es blieb in den meisten Fällen nichts übrig, als durch Sägen und Schleifen zum Ziele zu gelangen.

Der Querschnitt der Probestücke war nicht in allen Fällen derselbe, und schwankte zwischen 400 und 1200 Quadratmillimetern, die grössere Menge derselben aber hatte 7–900 □ Mm. Querschnittsfläche.

Die angegebenen Zahlen repräsentiren Mittelwerthe aus einer Reihe von Beobachtungen, welche nacheinander mit möglichst ähnlichen Erzstücken angestellt wurden. Die Zahl der Beobachtungen ist in der nachfolgenden Tabelle angeführt, und man kann darnach die Verlässlichkeit der Mittelzahlen annähernd beurtheilen, da die Schwankungen zwischen den einzelnen Beobachtungen für alle Erzsorten dieselben waren.

| Nr. |   | Zahl d. Versuche | Mittelwerth f. die<br>rückwirkende Fe-<br>stigkeit in Kilog-<br>ramm (pr. 1 Qd.-Centim.) |
|-----|---|------------------|--|
| 1   | Feinkörnige reine Blende ohne Adern, Stufferze von der Grube „Lüderich“   | 6                | 257,31   |
| 2   | Feinkörnige Blende mit feinen Adern von grobkörniger Blende (Stufferze), von der Grube „Lüderich“   | 6                | 155,45   |
| 3   | Grobkörnige Blende mit feinen Adern von feinem Quarz (Stufferze), von der Grube „Apfel“   | 5                | 146,06   |
| 4   | Feinkörnige Blende mit feinen Adern von Spatheisenstein (Stufferze), von der Grube „Apfel“  | 5                | 312,85   |
| 5   | Feinkörnige Grauwacke mit Glimmerschiefer und mit wenig eingesprengter Blende (Walzerze), von der Grube „Lüderich“  | 8                | 306,29   |
| 6   | Grauwacke, Bleierz und Blende, alle drei in ziemlich gleicher Menge (Walzerze), von der Grube „Apfel“   | 10               | 416,34   |
| 7   | Blende und Grauwacke mit feinen Bleierzfäden. (Mehrere dieser Probestücke hatten nur Spuren von Bleierz aber dafür feine Adern von feinkörniger Blende.) (Walzerze.) Von der Grube „Lüderich“ | 14               | 274,58   |
| 8   | Grauwacke, grobkörnige Blende mit Schwefelkies und Spatheisenstein (Walzerze)   | 4                | 411,71   |
| 9   | Blende mit wenig Grauwacke und wenig Spatheisenstein (Walzerze), von der Grube „Lüderich“   | 8                | 303,11   |

## Zeitungsschau \*).

### Berg- und Hüttenwesens-Mechanik.

Ueber die Erfindung der Fahrkünste. Von O. D. Ein Aufsatz, welcher dem Harzer Bergmeister Dörell in Betreff der Fahrkünste das Recht des Erfinders wahr, und in Entgegnung mehrerer besonders in französischen Schriften darauf erhobenen Ansprüche nachweist, dass die früher angewandten ähnlich construirten Maschinen einerseits wegen mangelhafter Einrichtung bald wieder ausser Gebrauch kamen, anderseits bloss zur Förderung, nicht aber zur Fahrung dienten. (B. u. H. Z. 1861, Nr. 39, S. 365.) H.

Ueber unterirdische Bergwerksmaschinen. Von C. James. Es wird die Anwendbarkeit verschiedener Motoren für in der Grube auszuführende Leistungen, z. B. die Förderung über steigende Strecken etc. besprochen. Bei Benützung von Dampfmaschinen werden die Kessel entweder über Tags oder in der Grube selbst aufgestellt. Im ersteren Falle verursacht die lange Dampfleitung erheblichen Verlust durch Abkühlung und Condensation des Dampfes, wie z. B. auf der Deep Duffryn-Grube, wo die Dampfleitung im Ganzen 546 Yards lang ist, und während jeder Förderungsperiode die Spannung im Cylinder von einem Anfangswerthe von 60 Pfd. auf 30 Pfd. herabgeht; im letztern ist die Ableitung der Verbrennungsproducte schwierig, daher empfiehlt es sich, Kessel und Maschine vereint nahe am Tiefsten eines Wetterschachtes aufzustellen, wo die Gase leichter Abzug finden, und die Betriebskraft mittelst einer Transmission, z. B. durch Drahtseile, auf die Arbeitsstelle zu übertragen. Am besten erscheint die Lufttransmission, wobei die Kraftmaschine sammt Compressionspumpe über Tags aufgestellt werden kann, und die Abkühlung der Luft in der Leitungsmaschine einen weit geringeren Arbeitsverlust herbeiführt, als die Condensation des Dampfes in einer Dampfleitung; ausserdem dient die ausgeblasene Luft zur Ventilation. Unsere Quelle führt mehrere Beispiele über in der Grube ausgeführte Maschinenanlagen an. (B. und H. Z. 1861 Nr. 45.) H.

### Berg- und Hüttenwesen.

Laurent's pneumatischer Sicherheitslampenverschluss. Vom Bergingenieur E. Dermoy. Der Verschluss ist in der Weise ausgeführt, dass die Oeffnung bloss mittelst einer vom Aufseher verwahrten Luftpumpe möglich ist. (Ann. d. min. 1861, Bd. 19, Lief. 1.) H

Versuche über die in einigen Metallen und Legierungen im geschmolzenen Zustand enthaltene Wärmemenge. Von M. Minary und M. Résal. Zu diesen Versuchen diente ein mit Wasser gefülltes schmiedeisernes Gefäss mit einer am Boden desselben befindlichen Schale, in welche mittelst eines im Deckel des Gefässes befestigten Trichters das geschmolzene Metall eingegossen wurde. Ausserdem war ein in das Wasser eingetauchtes Thermometer angebracht. Das Gewicht  $q$  des eingegossenen Metalles ergab sich aus der Gewichts-differenz des Apparates vor und nach dem Eingiessen; bezeichnet ferner  $T_0$  die Temperatur des Wassers vor dem Eingiessen,  $T$  die nach erfolgter Ausgleichung beobachtete gemeinschaftliche Temperatur des Wassers, des Metalles und des Gefässes,  $g$  und  $s$  Gewicht und spezifische Wärme des Materials des letztern,  $Q$  das angewendete Wassergewicht,  $s$  die spezifische Wärme des Metalles und  $A$  die ganze in 1 Kilogramm des geschmolzenen Metalles enthaltene Wärmemenge, so hat man die Gleichung

$$qA - qsT = (T - T_0)(Q + gs),$$

woraus folgt:

$$A = sT + (T - T_0) \frac{Q + gs}{q}$$

Der Verlust durch Ausstrahlung ist dabei als sehr gering vernachlässigt. Nachstehende Tabelle enthält die für einzelne Körper nach den Versuchsdaten mittelst obiger Formel berechneten Werthe von  $A$ , und zwar für jene Zustände, wo die Körper eben beginnen, fest oder teigig zu werden.

|     | Guss-eisen | Zinn   | Blei   | Zink   | Glocken-metall | Kanonen-metall | Messing | Roth-kupfer |
|-----|------------|--------|--------|--------|----------------|----------------|---------|-------------|
| $s$ | 0,13       | 0,0570 | 0,0314 | 0,0956 | 0,0875         | 0,0913         | 0,0953  | 0,095       |
| $A$ | 259,2      | 26,0   | 16,7   | 63,5   | 117,0          | 127,0          | 119,5   | 139,0       |

\*) Unter dieser Rubrik wird die Zeitschrift d. österr. Ingenieur-Vereins in kurzen Auszügen Mittheilungen über die wichtigeren Publicationen in den verschiedenen technischen Zeitschriften bringen, wozu eine Anzahl von Fachmännern ihre Mitwirkung bereitwilligst zugesagt haben.

Das angewendete Glockenmetall enthielt 20, das Kanonenmetall 10%, Zinn, und das Messing 30%, Zink. Aus den Versuchen ergibt sich auch, dass die zum Schmelzen einer Legierung erforderliche Wärmemenge gleich ist der Summe der Wärmemengen, welche zur Schmelzung der einzelnen Theile benöthigt werden; denn vergleicht man diese berechneten Summen mit den aus obigen Versuchen erhaltenen, so ergibt sich  $A$  für

|               | Berechnet | Beobachtet |
|---------------|-----------|------------|
| Kanonenmetall | 127,7     | 127,0      |
| Glockenmetall | 116,4     | 117,0      |
| Messing       | 119,3     | 119,5      |

Ein auf der Hütte zu Casaméne (Doubs) aufgestellter Kupföfen verbraucht pr. Kil. Gusseisen 0,1 Kil. Cokes, welche 0,088 Kil. Kohlenstoff enthalten und bei der Verbrennung, nach Abschlag der zur Reduction der gebildeten Kohlensäure erforderlichen Wärme,  $0,088(8080 - 1637) = 566,9$  Calorien entwickeln; vergleicht man diese Zahl mit der in obiger Tabelle stehenden 259,2, so ergibt sich, dass ein Cupöfen weniger als die Hälfte der disponiblen Wärme verwerthet. (Ann. d. min. 1861. Bd. 19, Lief. 3.) H.

Ueber das Verfahren beim Schweißen von Schmiedeeisen. V. I. Nasmyth Eine unvollständige Schweissung rührt oft von der Oxyd- oder Schlackenschicht her, welche sich zwischen die Schweissflächen legt; es ist daher empfehlenswerth, letztere so zu formen, dass sie sich nur in der Mitte berühren, an den Rändern aber etwas von einander absteigen, beim Hämmern wird dann Schlacke und Hammerschlag leichter zwischen den Schweissflächen hinausgetrieben (London, Engineer 1861. Nr. 271 und Dingl. p. J. 1861, Bd. 166 S. 352.) H.

Fabrication des Zündhütchenbleches auf den Hütten am Ural. Das Zehentkupfer der Perm'schen Hütten wird auf kleinen Herden in Quantitäten von nur  $4\frac{1}{2}$  Pud umgeschmolzen, um es zu reinigen und in die zum Auswalzen geeignete Zainform zu bringen. Vor dem Ausschöpfen des Kupfers wird auf seine Oberfläche eine Papierdüte mit Quecksilbersublimat, je 2 Zolotnik auf 1 Pud Kupfer geworfen. In 24 Stunden macht man auf einem Herde 8 Schmelzungen. Die in angewärmten gusseisernen Eingüssen erzeugten Kupferzaine haben 18" Länge, 4" Breite und  $\frac{3}{8}$ — $\frac{5}{8}$ " Stärke; ihr Gewicht beträgt 7—10 Pfd. Sie werden, ehe sie unter die Streckwalzen kommen, in einem mit Holz geheizten Glühofen rothglühend gemacht, 5—6 Mal durch die Walzen gelassen, hierauf aus zweiter Hitze nochmals paarweise gewalzt und unter einer Scheere beschnitten. Die beschnittenen und zu 4 Stück zusammengelegten Blätter werden in einem zweiten Glühofen bis zur Kirschrothglühhitze erhitzt, durch genau abgedrehte Justirwalzen viermal durchgelassen, hierauf in ihrer Uebereinanderlagerung verändert und mit einer zweiten Hitze bis auf die gehörige Stärke ausgewalzt. Zur Abscheidung des Glühspans an der Oberfläche der Bleche werden letztere aufs Neue bis zum Rothglühen erhitzt und dann in kaltes Wasser getaucht. (Oestr. Z. f. B. und H. 1862 Nr. 1.) Mr.

Beseitigung des Kalkgehaltes der Kupfererze bei der nassen Extraction: Kalkige, oxydhaltige Kupfererze werden, um die Kupferextraction durch Ersparniss an Säuren vorthellhaft zu machen, zuvor im Flammen- oder Schachtofen gebrannt. Aus dem gebildeten Aetzkalk erhält man beim Anrühren mit Wasser Kalkmilch, welche durch wiederholtes Schlämmen leicht entfernt werden kann. (Erlöschenes Privilegium der Herren Porth, N. Erf. 1862 Nr. 1.) M. L.

Entschwefelung von Schwefelkies, Kupferkies, Blende etc. Nach J. Brunfaut geschieht die Entschwefelung in cylindrischen Schachtöfen vollkommen, wenn man dem Erz 10 Proc. Kohle beimegt und etwa  $1\frac{1}{2}$  Stunden lang überhitzten Wasserdampf und dann ebenso lange erhitzte atmosphärische Gebläseluft einführt. Bei der Röstung bilden sich (ausser dampfförmigem Schwefel und anderen Gasen), je nachdem man in den Ofen Wasserdampf oder atmosph. Luft eintreten lässt, Schwefelwasserstoff oder schwefelige Säure. Diese beiden Gase werden aus dem oberen Theile des Ofenschachtes getrennt, zuerst zur Absetzung des Schwefels in zwei Condensationskammern und, nachdem sie eine Cokeschicht passirt haben, in je eine Abtheilung eines Tonnenregulators geleitet. Aus dem Regulator werden die Gase beim Sinken der Glocke in eine gemauerte, mit Scheidewänden versehene Reaktionskammer gepresst, in welcher sich durch Einwirkung derselben auf einander Schwefel abscheidet. (Dingl. p. J. CLXII.) M. L.

Bestimmung des Schwefelgehaltes der Schwefelkiese und Kupferkiese, nach J. Pelouze: Man mengt den



des Wassers verschliessen. Die günstigen Erfolge dieser Imprägnirung haben die Anwendung derselben für die Schwellen bei fast allen Eisenbahnen Englands, bei hölzernen Uferwerken und auch in den Bergwerken herbeigeführt, und deren Verbreitung in Belgien, Holland, Frankreich, Amerika, Ostindien, etc. begründet. Die preuss. Ostbahn hat, gleich der Cöln-Mindner, der Aachen-Düsseldorfer u. s. w. Bahnverwaltung, die Begründung einer solchen Imprägnirungs-Anstalt begonnen. Das Oel wird hierzu noch aus England, wo als das beste das Liverpools bezeichnet wird, pr. Zollctr. zu 1 Thlr. 26 Sgr. bis 2 Thlr. 3 Sgr. loco Danzig bezogen. (Pol. Centr. Nr. 24, 1861).

**Pulver und Schiesswolle bei Felsensprengung.** Im Steinbruche bei Leozhegye nahe Totis wurden Bruchsteine theils mit Schiesswolle (1006 Cub. Klfr.), theils mit Pulver, (1000 Cub. Klfr.), losgesprengt. Es ergab sich hierbei per Cub. Klfr. Bruchsteine ein Aufwand von 15 Lth. Schiesswolle und für die gleiche Masse Steine ein Aufwand von 96 Lth. Pulver, daher ergab sich, obgleich die Kosten der Bohrung und der andern Nebenarbeiten die gleichen waren, doch für die Arbeit mit der Schiesswolle eine Ersparniss von  $48\frac{1}{2}$  kr. per Cub. Klfr. der gebrochenen Steine, und man hofft bei fabrikmässiger Erzeugung der Schiesswolle noch eine weitere Herabsetzung dieser Gesteinskosten zu erreichen. (N. Erf. Nr. 1.)

## Verhandlungen des Vereins.

Versammlung der Abtheil. für Berg- und Hüttenwesen am 20. November 1861.

Vorsitzender: Der Vorsteher-Stellvertreter Herr k. k. Sectionsrath Peter Rittinger.

Herr Josef Rossiwall, Revident der k. k. Direction der administrativen Statistik, besprach einen im Jahrgange 1861 des „Berggeist“ erschienenen und aus diesem in mehrere andere Fachschriften übertragenen Aufsatz des Obergeringens A. Daalen zu Hörde „über den Puddlingsprocess mit Cupolofenbetrieb“\*). Diese Betriebsweise wurde zuerst in Hörde als Versuch zum Zwecke der Brennmateriale-Ersparniss durchgeführt, wobei sich jedoch ein weit grösserer Vortheil durch die Verbesserung des Roheisens herausstellte, in Folge dessen der ständige Betrieb in dieser Weise mit 10 Puddelöfen und 2 Cupolöfen (wovon einer als Reserveofen) eingeleitet, und da sich ergab, dass 1 Cupolofen noch weitere 2 Puddelöfen mit Roheisen zu versehen vermag, auch noch die Inbetriebsetzung von zwei weiteren Puddelöfen in Angriff genommen wurde. Das Wesen dieser neuen Manipulation besteht darin, dass das Roheisen, anstatt im Puddelofen, im Cupolofen niedergeschmolzen, und vom Cupolofen vermittelt einer über den Gewölben der in einer Reihe stehenden Puddelöfen laufenden Schienenbahn über diese und durch einen feuerfesten Trichter auf den Herd der Puddelöfen gebracht und hier sofort verpuddelt wird.

Die Vortheile, welche aus dieser Betriebsweise auf der Hermannshütte zu Hörde sich ergaben, bestehen

- in der Verbesserung des Roheisens,
- in Verminderung des Brennmateriales (Steinkohlen) und der Arbeitslöhne und
- in der Verminderung der generellen Unkosten, sowie der Unkosten für Ofen-Reparaturen und Materialien.

Diese Ersparnisse wurden nach den Ergebnissen des ständigen Betriebes in dem erwähnten Aufsätze berechnet und zwar für 12 Puddelöfen mit 1 Cupolofen. Aus dieser Berechnung entnimmt man, dass bei dieser Betriebsweise für den Wiener Centner der erzeugten Luppenstäbe durch die Verbesserung des Roheisens  $40\frac{1}{2}$  kr. ö. W. durch die Verminderung des Brennmateriales 7 „ „ durch die Verminderung der Arbeitslöhne 6 „ „ durch die Verminderung der Unkosten für Reparaturen,

Materialien ect. 7 „ „

daher zusammen  $60\frac{1}{2}$  kr. ö. W.

in Ersparung gebracht werden. Im Weiteren berechnet sich hiernach das jährliche Ersparniss bei einem Puddelofen auf 10.418 fl.

\*) Dieser Aufsatz erschien in Nr. 18. des „Berggeist“ 1861, dann in Nr. 15 der „Allgemeinen Berg- und hüttenmännischen Zeitung von Dr. C. Hartmann“, so wie in den „Fortgeschritten des metallurgischen Hüttengewerbes im Jahre 1860“ von demselben Verfasser.

Das auffallende Ersparniss durch die Verbesserung des Roheisens ist darin begründet, weil früher das in Hörde gewonnene graue Coks-Roheisen, da dasselbe für andere bessere Eisenwaaren allein nicht tauglich war, fast ausschliesslich zur Schienenfabrikation (später wohl auch zur Blech- und Stabeisen-Erzeugung) und nur in sehr geringem Maasse zu den ersteren verwendet werden konnte, indem man es mit besseren erkauferten Coks-Roheisen und nahe zur Hälfte mit erkauftem Holzkohlen-Roheisen und englischem refined metal gemengt für diese Zwecke und namentlich zur Feinkorn-Erzeugung zu verpuddeln pflegte.

Durch diese neue Betriebsweise aber brachte man es dahin, dass man das eigene graue Coks-Roheisen nur zu dem 5. Theile mit Holzkohlen-Roheisen und refined metal im Cupolofen niedergeschmolzen und dadurch mit demselben vollkommen gleichförmig gemengt erhält und dasselbe mit dem gleichen Erfolge wie die frühere Mischung zu besseren Eisenarten zu verpuddeln vermag, welcher Umstand bei der grossen Differenz der Preise dieser Roheisenarten (3 fl. 64 kr. und 2 fl. 2 kr. öst. W. pr. Wr. Centner, d. i. der erstere der Ankaufspreis des besseren Roheisens, und der letztere der Gesteignispreis des eigenen grauen Coks-Roheisens) diese namhafte Ersparung erklärt.

Durch die neue eingeführte Manipulation hat man die jährliche Erzeugung eines Puddelofens von 10.392 auf 17.677 Wr. Centner gesteigert, wobei mit dem früheren Einsatze von 400 pr. Pfd. (oder 357 Wr. Pfd.) und dem Calo von  $14\frac{1}{2}\%$  in der 12stündigen Schicht 10 Chargen aufgebracht wurden, während nach der älteren Arbeitsmethode in derselben Zeit nur 6 Chargen vollendet werden konnten. Der Steinkohlensaufwand in den Puddelöfen für den Wr. Centner Luppenstäbe betrug bei der älteren Arbeit circa 111 Wr. Pfd., bei der neueren jedoch nur bei  $66\frac{1}{2}\%$  Wr. Pfd.; der Verbrauch an Coks aber in dem Cupolofen nahezu 11 Wr. Pfd. für den Wr. Ctr. des umgeschmolzenen Roheisens.

Nachdem der Herr Sprecher auf die auffallend hohe Leistung des Cupolofens, welcher nach den Angaben täglich 714 Wr. Ctr. Roheisen umzuschmelzen vermag, aufmerksam gemacht hatte, wies derselbe nach, dass diese Betriebsweise für jene österreichischen Raffinirwerke, welche Coks-Roheisen verarbeiten, ungeachtet dieselben die durch dieses Verfahren in Hörde erzielten Vortheile nur zum geringeren Theile ausnützen könnten, doch immerhin noch, selbst wenn sie bloss die Ersparnisse an Arbeitslöhnen und Materialien in demselben Maasse wie in Hörde (mit 13 kr.) erzielen würden, einen nicht unbedeutenden Gewinn abwerfen dürfte, da sich hierdurch pr. Puddelofen ein jährlicher Gewinn von 2.298 fl. ö. W. ergeben würde. Auf die durch die Verbesserung des Roheisens und durch die Brennmateriale-Ersparniss bei dieser Betriebsweise in Hörde erzielten Vortheile könnten solche österreichische Hütten nur theilweise rechnen, weil ihr Coks-Roheisen jedenfalls in der Qualität nicht so viel gewinnen könnte, als das Hörde, da ersteres thatsächlich nach seiner bisherigen Verwendung besser sein muss, und weil ferner der Coks-Verbrauch bei den österreichischen Cupolöfen in der Regel ein weit höherer (15 bis 19 Pr.) wie in Hörde ist.

Was die Raffinirwerke der österreichischen Alpenländer betrifft, so wäre die Einführung dieser Manipulation aus dem Grunde nicht vortheilhaft, weil das Roheisen derselben keiner Verbesserung bedarf und bei den hohen Preisen der für den Cupolofen Betrieb verwendbaren Brennstoffe (Holzkohlen und Coks) selbst die in Aussicht stehenden Ersparnisse an Arbeitslöhnen und Materialien wieder grösstentheils verloren gehen müssten.

Jedoch wäre nach der Ansicht des Herrn Sprechers für jene Schmelzwerke der österr. Alpenländer, welche das für die Puddelöfen nöthige Brennmateriale sich zu verschaffen vermögen, ein grosser Vortheil zu erringen, wenn es gelingen sollte, das aus dem Hochofen abgelassene flüssige Roheisen unmittelbar auf den Herd des Puddelofens zu bringen und zu verpuddeln, welcher Versuch bei der Grösse des Vortheils, welcher zu erringen ist, wohl nicht zu scheuen wäre.

Zum Schlusse seines Vortrages bemerkte Hr. Rossiwall, dass in dem bezogenen Aufsätze gesagt werde, dass das graue Coks-Roheisen in Hörde (von 4 Hochofen), welches früher nicht einmal zur Stabeisen-Erzeugung tauglich war, damals fast ausschliesslich zur Schienen-Fabrikation benützt wurde; und er sähe sich hierdurch veranlasst, die Vorzüglichkeit unserer vaterländischen Schienen mit Hinweisung auf diese Thatsache zu constatiren, da bekanntlich für die namentlich in den österr. Alpenländern erzeugten Schienen dasselbe Roheisen verwendet wird, welches eben so wohl unser vorzügliches Stabeisen, als auch unseren weltbekannten Stahl liefert.

Herr Ministerialrath Kudernatsch bemerkte, dass das von dem Herrn Sprecher für die Schmelzwerke der österr. Alpenländer empfohlene Verfahren, das Roheisen unmittelbar aus dem Hochofen in den Puddelofen zum Puddeln zu schaffen, nicht neu sei, indem es bereits in Böhmen mit grauem Roheisen versucht, aber wieder, weil der Herdboden des Puddelofens zu stark angegriffen wurde, aufgegeben wurde; es sei jedoch möglich, dass mit dem gutartigen Roheisen der Alpenländer in dieser Weise ein günstigerer Erfolg erzielt werde.

An der Discussion über diesen Vortrag theilten sich noch ausser dem Genannten die Herren k. k. Sectionsrath Rittinger, Ober-Ingenieur Kleszczinsky und C. Ritter von Hauer und Herr Rossiwall erklärte über gestellte Fragen, dass aus den in dem fraglichen Aufsatz gemachten Angaben zu entnehmen sei, dass die in Gebrauch stehenden Puddelöfen einfache Oefen sind, und dass ferner bei der Berechnung der Ersparung hinsichtlich der Unkosten für Arbeitslöhne, Ofen-Reparaturen etc. zwar nicht zu entnehmen sei, ob auch auf das für den Cupolofen nöthige Gebläse Rücksicht genommen wurde, dass aber bei der grossen Anzahl der in Rechnung genommenen (12) Puddelöfen dies auch den Calcul bezüglich der Ersparung pr. Ctr. der Erzeugung nicht sehr wesentlich ändern dürfte.

Herr Carl Ritter v. Hauer, k. k. Hauptmann und Chemiker der k. k. geologischen Reichsanstalt, berichtete über die Methode einiger Untersuchungen von Steinkohlen aus Preussisch-Schlesien, welche Herr Grundmann an der Bergschule zu Tarnowitz ausgeführt hatte und deren Resultate in der von dem königl. preussisch. Handelsministerium herausgegebenen Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen, IX. Band, 3. Lieferung, Seite 198, mitgetheilt sind.

Die Untersuchungen beziehen sich auf Muster, entlehnt von 8 Flözen der Königsgrube, und 4 Flözen von der Königin Luisengrube. Als bemerkenswerthe Momente aus dieser Arbeit hob der Herr Vortragende folgende hervor.

Bei der Extraction dieser Steinkohlen mit Aether liess sich ein Harz gewinnen, das nach der Verdunstung des Aethers isolirt zurückblieb und gewogen werden konnte. Es zeigte sich hiebei, dass das Gewicht desselben stets reichlich das Doppelte von dem Gewichtsverlust der Steinkohlen betrug, daher stets eine rapide Oxydation der Extractionsproducte stattgefunden haben musste. Ein ähnlicher Process, wenn auch langsamer, findet nun wahrscheinlich auch beim Ablagern der Kohle durch Verwitterung statt, und zweifelsohne vermindert sich der Brennwerth der Steinkohlen continuirlich mit der Dauer der Lagerung.

Die chemische Untersuchung der Kohlen geschah nach der Methode der Elementaranalyse, die Bestimmung des Stickstoffes nach dem Verfahren von Varrentrapp, jene des Schwefels durch Oxydation des Kohlenpulvers mit chloresaurem Kali und Fällung mit Baryt. Der in der Asche enthaltene Schwefel, separat bestimmt, gab nach Abzug von der ganzen Menge den Inhalt an sogenanntem „schädlichen Schwefel.“

Mehrere Aschenanalysen wurden vollständig ausgeführt, woraus hervorgeht, dass der Düngerwerth mancher Steinkohlen höher sein dürfte als im Allgemeinen angenommen wird. So fanden sich in 100 Theilen derselben:

1,7—2,1 Kali,  
1,1—4,4 Schwefelsäure,  
0,055—0,356 Phosphorsäure etc.

Bezüglich der Heizkraft werden die Wärmeeinheiten aus den Resultaten der Elementaranalyse nach der von Scheerer angegebenen Formel

$$A = [3(H - \frac{1}{2}O) + C] 78$$

berechnet und von der erhaltenen Zahl  $\frac{1}{3}$  abgezogen und als „Practischer Brennwerth“ in den Tabellen aufgeführt. Warum die ältere Zahl 23.400 als absoluter Wärme-Effect des Wasserstoffes der Berechnung zu Grunde gelegt wurde, ist nicht angegeben.

Um den bituminösen Character der einzelnen Sorten festzustellen, wurde das bei 100° C. getrocknete Kohlenpulver mit Kalilauge, Wasser und Aether extrahirt und die sich ergebenden Gewichtsverluste notirt.

Zur Bestimmung der Coks erhitzte man die Kohlen einmal unter Luftzutritt, ein andermal unter Luftabschluss. In allen Fällen waren die bei Luftabschluss erhaltenen Coks „fester“ und „härter“. Auch die erhaltenen Coks wurden der Elementaranalyse unterworfen.

Der Herr Vortragende knüpfte hieran eine Erörterung der Frage: ob die zeitraubende und mühsame Elementaranalyse lohnend genug sei,

bezüglich der Resultate, welche daraus für die Praxis abgeleitet werden sollen? und glaubte dies verneinen zu müssen.

Die Idee, die Beschaffenheit eines Kohlenflötzes durch Elementaranalyse etwa einer einzigen davon entlehnten Probe erfahren zu können, muss von vornherein aufgegeben werden, denn selbst jedes einzelne Flötz variirt viel zu sehr in der Zusammensetzung; das an sich höchst correcte Resultat gilt fast nur für das der Untersuchung unterworfenen Stück. Um also zu einer annähernden Kenntniss des Durchschnittswerthes zu gelangen, bedürfte es häufig einer ganzen Reihe organischer Analysen mit Stücken, entlehnt von den verschiedensten Punkten, und dann steht die Arbeit wirklich nicht mehr im Verhältniss mit dem Zwecke. Einen sehr annähernden durchschnittlichen Werth erhält man nämlich auch aus mehreren nach dem Berthier'schen Verfahren durchgeführten Proben und dieses ist bei weitem expeditiver.

Ferner ist die für den Brennwerth einer Kohle aus der organischen Analyse berechnete Zahl, sei sie auch das Mittel aus vielen einzelnen Verbrennungen, nicht einmal unmittelbar für die Praxis verwendbar. Nach den Untersuchungen von Brix, Johnson und Playfair beträgt nämlich der practische Nutzeffect eines Brennmaterials bei vollständiger Benützung desselben im Durchschnitt zwei Drittel des aus seiner Zusammensetzung berechneten theoretischen Brennwerthes. Die erhaltene Zahl muss daher mit Hilfe eines Coefficienten corrigirt werden, der auf so schwankender Basis beruht. Wo es sich also irgend um Ermittlung des Heizwerthes einer grösseren Anzahl von Kohlen handelt, wird, abgesehen von practischen Versuchen, wie sie in England ausgeführt werden und die allen andern vorzuziehen sind, es mehr gerathen sein, sich der dokimastischen Probe zu bedienen.

An der Reihe war ein Vortrag des k. k. Berghauptmanns F. M. Friese über die Frachtsätze der österreichischen Eisenbahnen für Mineralkohlen, welcher schon auf der Tagesordnung der Versammlung am 6. November l. J. gestanden, damals aber wegen Mangel an Zeit unterblieben war.

Herr F. M. Friese wollte diesen Vortrag zurückziehen, indem seine Absicht nur dahin gegangen sei, die in Betreff der Kohlen-Frachtsätze auf den Eisenbahnen von Herrn Director L. Hohenegger in der allgemeinen Versammlung von Berg- und Hüttenmännern gegebene Anregung fortzuführen, mittlerweile aber die österreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen in der Nummer vom 18. November l. J. sich dieses Gegenstandes bemächtigt habe, und daher eine neuerliche Besprechung desselben überflüssig erscheinen dürfte, und zwar um so mehr als der geehrte Redacteur dieser Zeitschrift in seiner Eigenschaft als Präsident einer bedeutenden Kohlenwerks-Actiengesellschaft auch praktische Erfahrungen in Betreff der Kohlenverfrachtung auf Eisenbahnen besitze, und daher diesen wichtigen Gegenstand weit schärfer zu beleuchten vermöge.

Auf den Wunsch der Versammlung erklärte sich jedoch Herr F. M. Friese gerne bereit, den beabsichtigten Vortrag in Kürze mitzutheilen und gab zunächst eine Uebersicht der auf den Hauptbahnen Oesterreichs bestehenden Tarifsätze für Mineralkohlen.

Auf der priv. Kaiser Ferdinands Nordbahn werden laut des veröffentlichten Tarifs (Notizenblatt für Eisenbahn- und Dampfschiff-Unternehmungen) Steinkohlen und Coks in ganzen Wagenladungen, wenn selbe zur Beförderung auf eine Strecke unter oder bis 10 Meilen aufgegeben werden, zu 1,56 kr. mit Zurechnung der Auf- und Abladegebühr, auf einer Strecke von 10 bis 30 Meilen zu 1,56 kr. und auf einer Strecke über 30 Meilen zu dem Preise von 1,30 kr. pr. Centner, und zwar bei letzteren zwei Entfernungen ohne eine Auf- und Abladegebühr berechnet.

Für inländische Steinkohlen, welche in Szczakowa aufgegeben oder mittelst einer Seitenbahn auf diese Station gebracht und von Szczakowa auf der ganzen Strecke bis Krakau verfrachtet und in letzterer Station abgeladen werden, dann für derlei Steinkohlensendungen, welche auf fremden Waggons ohne Vergütung einer Wagenbenützung-Gebühr seitens der Nordbahngesellschaft über Krakau hinaus befördert werden, ist der Frachtpreis von Szczakowa bis Krakau auf 1,17 kr. pr. Ctr. und Meile ermässigt.

Die allgemeine Versicherungsgebühr (0,8 kr. pr. Zollcentner) wird jedoch in allen Fällen in Aufrechnung gebracht.



Im directen Vereinsgüter-Verkehr von Breslau nach Wien oder umgekehrt werden ohne Rücksicht auf das zu befördernde Quantum Steinkohlen zu 78 Neukreuzer + 4 Sgr. 10 Pfd. preuss. Cour.

Coks " 78 " + 6 " 9 " " " " für den Zollcentner berechnet, vorausgesetzt, dass die Versendung von Wien, Gänserndorf, Brünn, Olmütz oder Breslau nach einer dieser Stationen geschieht. In diesen Frachtsätzen sind die allgemeinen Versicherungs-, dann Auf- und Abladegebühren der Nordbahn enthalten.

Wenn man von dem Silberagio des preussischen Geldes absieht, berechnet sich der Frachtsatz von Wien bis Breslau oder umgekehrt (61,4 Meilen) pr. Zollcentner bei den Steinkohlen auf 102,15 kr. und bei Coks auf 111,75 kr., daher für die Meile bei ersteren auf 1,66 kr., bei letzteren auf 1,8 kr.

Die priv. österr. Staatsbahn befördert die Steinkohlen zu folgenden Frachtpreisen pr. Zoll-Centner;

a. auf der nördlichen Linie:

Von Kralup bis Prag (3,5 Meilen) zu 26 kr.

" " " Böhmisches Trübau (25,5 Meilen) zu 26 kr., beide Frachtsätze inclusive aller Nebengebühren.

" " über Böhm. Trübau hinaus in der Richtung gegen Brünn und Olmütz pr. Meile zu 0,9 kr. exclusive aller Nebengebühren.

b. auf der südöstlichen Linie:

Von Marchegg nach Pest (30,5 Meilen) zu 41 kr.

" " " Kecskemet (44,5 Meil.) zu 50 kr.

Von Oravicza " Temesvár (18 Meilen) zu 30 "

" " " Kecskemet (44 Meilen) zu 53 "

" " " Pest (58 Meilen) zu 57 kr., inclusive aller Nebengebühren.

Für Kohlen, welche von Marchegg über Kecskemet hinaus oder von Oravicza über Pest hinaus befördert werden, ist der Frachtpreis auf 1 kr., exclusive der Nebengebühren festgesetzt.

Von Pardubitz werden Kohlen in Sendungen von wenigstens 200 Zollcentnern

nach Prag (14 Meilen) zu 15 kr.

" Brünn (20 Meilen) zu 21 kr.

" Olmütz (19 Meilen) zu 20 kr. pr. Zoll-Centner inclusive aller Nebengebühren berechnet.

Die priv. südliche Staatsbahn befördert Steinkohlen in vollen Wagenladungen von wenigstens 200 Zoll-Centnern auf allen Linien, jedoch mit Ausnahme der in Wien oder Triest zur Aufgabe gelangen den Sendungen, auf eine Entfernung von:

1 Meile zu 3 kr. pr. Zoll-Centner

10 " " 13 " " "

20 " " 20 " " "

30 " " 28,5 " " "

inclusive der Auf- und Ablade, dann der allgemeinen Versicherungsgebühren. Bei einer Entfernung über 30 Meilen wird der Tarifsatz von 0,9 kr. exclusive der genannten Nebengebühren berechnet. Für Sendungen, welche in Wien oder Triest zur Aufgabe kommen, werden die Frachgebühren nach dem allgemeinen Tarife berechnet, wonach dieselben;

bis zu 10 Meilen 1,5 kr.

von 10 bis 20 Meilen 1,25 kr.

über 20 Meilen 1 kr.

für Meile und Zoll-Centner, und ausserdem jedenfalls die Auf- und Abladegebühr von 1,5 kr. für den Zoll-Centner zu entrichten haben \*).

Die priv. süd-norddeutsche Verbindungsbahn berechnet Steinkohlen in Wagenladungen zu 100 Zollcentnern von Pardubitz nach Reichenberg (22 Meilen) zum Tarifsatz von 24 kr. und von Schwadowitz nach Reichenberg (10,5 Meilen) zum Preise von 23,75 kr. für den Zollcentner.

Gaskohle wird in Wagenladungen von 200 Zollcentnern von Liebstadt nach Reichenberg (9 Meilen) zu 15 kr. und von Liebstadt nach Pardubitz (13 Meilen) zu 16 kr. für den Zollcentner befördert.

\*) Als die südliche Staatsbahn noch in Staatsregie verwaltet wurde, war der Frachtpreis für Steinkohlensendungen über 10 Meilen auf 0,78 Neukreuzer für den Zoll-Centner pr. Meile festgesetzt.

Auf der priv. Kaiserin Elisabeth-Westbahn werden Steinkohlen und Coks in Sendungen von 200 Zollcentnern

auf 5 Meilen zu 7,5 kr.

" 10 " " 13,13 "

" 20 " " 20,5 "

" 30 " " 30 "

" 42½ " " 42 5 "

für den Zollcentner befördert, in welchen Frachtsätzen zugleich die allgemeinen Versicherungsgebühren enthalten sind.

Bei Aufgabe von mindestens 10.000 Zollcentnern im Jahre werden im Uebereinkommenswege laut Tarif auch Frachtlohns-Provisionen bewilligt.

Vergleicht man nun die geringsten Kohlenfrachtpreise der österreichischen Eisenbahnen mit dem Einpfennigtarife der norddeutschen Eisenbahnen, so zeigt sich klar, wie schwer die österreichischen Kohlenwerke gegenüber jenen im nordwestlichen Deutschland durch die Eisenbahnfracht gedrückt werden.

Nach den vorhergehenden Mittheilungen beträgt nämlich der geringste tarifmässige Frachtsatz für Steinkohlen pr. Zollcentner und Meile:

Auf der Kaiser Ferdinands-Nordbahn . . . . . 1,17 kr.

" " österr. Staatsbahn . . . . . 0,9 "

" " südlichen Staatsbahn . . . . . 0,9 "

" " südnorddeutschen Verbindungsbahn . . . . . 1,09 "

" " Westbahn . . . . . 1,00 "

Dagegen stellt sich bei dem Einpfennigtarif der Frachtpreis auf 0,42 "

also nicht einmal auf die Hälfte des niedrigsten Frachtpreises österreichischer Bahnen.

Herr F. M. Friese bezeichnete die hohen Frachtsätze der österreichischen Eisenbahnen als das hauptsächlichste Hinderniss für den naturgemässen Aufschwung der österreichischen Kohlenwerke.

Würde z. B. die Nordbahn die Steinkohlen des Jaworznoer Reviers zum Einpfennigtarif befördern, so kämen dieselben im Wiener Bahnhofs kaum auf 40 kr. pr. Zollcentner zu stehen, und würden reichen Absatz finden, während die ungeheuren Kohlenablagerungen bei Jaworzno gegenwärtig trotz des geringen Verkaufspreises von 17 Neukreuzer pr. Wiener Centner (am Bahnhofs Szczakowa gestellt) wegen Mangel an Absatz ihre Production in unnatürlicher Weise beschränken müssen. Ja im nordwestlichen Böhmen sind sogar schon Anträge gestellt worden, die Regierung möge die Verleihung neuer Kohlenfelder auf mehrere Jahre einstellen, weil die dort bereits bestehenden Kohlenwerke selbst bei dem niedrigen Verkaufspreise von durchschnittlich etwa 10 kr. an der Grube keinen entsprechenden Absatz finden. Könnten die ausserordentlich reichen Kohlenvorräthe jener Gegenden zu billigen Preisen verführt werden, so würde sich die Kohlenproduction sogleich in ungeahntem Maasse erhöhen.

Der Einpfennigtarif, von den norddeutschen Bahnen anfangs mit Widerstreben und nur in Folge des unablässigen Drängens der Kohlenwerke sowie des Kohlen consumirenden Publikums eingeführt, gewinnt seither an Ausdehnung, indem auch andere Bahngesellschaften wahrnehmen, dass er mit ihrem eigenen Interesse sehr wohl im Einklange stehe. In dem Maasse als dieser billige Tarifsatz den österreichischen Grenzen näher rückt, wächst aber auch die Gefahr erhöhter fremder Concurrenz für den inländischen Kohlenbergbau, indem die erstere durch den niedrigen Frachtpreis unterstützt wird, während der letztere sich einer gleichen Hilfe nicht zu erfreuen hat. Der Kampf wird daher höchst ungleich sein, und sollte gleichzeitig in unseren gegenwärtigen Valutaverhältnissen die längst ersehnte Besserung eintreten, so sind zahlreiche unserer Kohlenwerke völlig preisgegeben.

Der Herr Sprecher bemerkte, dass manche österreichische Bahnen in einzelnen Fällen allerdings auch billigere als die angeführten tarifmässigen Frachtpreise für Kohlen bewilligen; mit diesen einzelnen Nachlässen sei jedoch nur das eine oder andere Gewerke bevorzugt, ohne dass, wie Sprecher näher erörterte, der Kohlenbergbau im Allgemeinen, und ohne dass das kohlenbedürftige Publikum davon einen Vortheil ziehen könnte.

Jeder Freund des österreichischen Bergbaues müsse daher dringend wünschen, dass die inländischen Bahnen sobald als möglich allgemeine, billigere Frachtpreise für Mineralkohlen, wie auch für rohe Erze, festsetzen, und dieses Ziel werde auch erreicht werden, sobald die Kohlenwerken nicht vereinzelt, sondern mit ver-



eintigen Kräften darnach streben, zugleich aber auch beim Bergbau jene Einrichtungen vorbereiten, welche für billige grossartige Verfrachtungen überall als unerlässlich bezeichnet wurden.

Herr F. M. Friese theilte in der letztern Beziehung die Bemerkungen des Herrn J. Weidtmann in Cöln (aus dessen Broschüre: Billige Frachten auf Eisenbahnen) mit, und ersuchte schliesslich die Anwesenden um gefällige Mittheilung etwa nothwendiger Berichtigungen der vorgebrachten Angaben, indem er sich vorbehält, auf den Gegenstand seines Vortrages gelegentlich zurückzukommen.

#### Wochenversammlung am 23. November 1861.

Vorsitzender: der Vereinsvorstand, Herr k. k. Regierungsrath W. Engerth.

Herr Regierungsrath W. Engerth hielt einen Vortrag über den Einfluss der Krümmungen der Eisenbahnen auf die Bewegung der Fahrzeuge, indem er aus einer grossen Anzahl genauer Beobachtungen die bezüglichen Erfahrungen und aus diesen allgemeine Regeln abstrahirte.

Wir müssen lebhaft bedauern, diesen wichtigen Vortrag nicht ausführlich wiedergeben zu können, da der Herr Redner aus dem Stegreife sprach, ein zusammenhängendes Notiren der zahlreichen in Ziffern ausgedrückten Resultate und Formeln aber in Ermangelung eines Stenographen nicht möglich war.

#### Wochenversammlung am 30. November 1861.

Vorsitzender: der Vereinsvorsteher Herr k. k. Regierungsrath W. Engerth.

Herr Maschinenfabrikant C. Pfaff hielt einen Vortrag über die verschiedenen Arten von Dampfkesseln und ihre Werthe in verschiedenen Beziehungen, aus welchem wir das Wesentlichste skizziren wollen.

Der Herr Redner zog zuerst die drei Haupterfordernisse eines guten Kessels: Betriebsfähigkeit, Sicherheit und Oeonomie — in Betracht, und classificirte die üblichen Kesselconstructionen hinsichtlich dieser Eigenschaften in folgender Weise.

| Dampfkessel                       | Betriebsfähigkeit | Sicherheit | Oeonomie |
|-----------------------------------|-------------------|------------|----------|
| Einfache Cylinderkessel . . . . . | 1                 | 1          | 2        |
| Kessel mit 1 Siederrohr . . . . . | 1                 | 1          | 1        |
| " " 2 Siederrohren . . . . .      | 1                 | 1          | 1        |
| " " 3 " . . . . .                 | 3                 | 2          | 2        |
| Henschel'scher Kessel . . . . .   | 2                 | 2          | 2        |
| Kessel mit 1 Feuerröhr . . . . .  | 2                 | 3          | 2        |
| " " 2 Feuerröhren . . . . .       | 4                 | 1          | 2        |
| " " vielen " . . . . .            |                   |            |          |

In Bezug auf Betriebsfähigkeit stehen die einfachen Cylinderkessel dann die Kessel mit Siederrohren obenan, während die Henschel'schen Kessel erst in die dritte, und Kessel mit vielen Feuerröhren in die letzte Classe gereiht werden müssen, hauptsächlich weil beide letzteren Constructionen das Reinigen der Kessel sehr erschweren.

Hinsichtlich der Sicherheit gibt der Herr Redner den Kesseln mit Siederrohren den Vorzug vor allen anderen. Jene mit 3 Siederrohren stellt er auch in Betreff der Oeonomie voran, während die Henschel'schen dann die Kessel mit Feuerröhren zurückstehen, die ersteren, weil sie viel Wasser in Staubform liefern, die letzteren, weil sie eben sehr schwer zu reinigen sind, und bei längerem Betriebe durch starkes Ansetzen des Schlammes in ihrer Wirkung beeinträchtigt werden.

Herr C. Pfaff verglich hierauf die bezeichneten Kesselformen hinsichtlich ihres Wasserinhaltes, Wasserspiegels, Gewichtes u. s. w., indem er seine Angaben durch zahlreiche Erfahrungen begründete.

Der Herr Vorsitzende ersuchte am Schlusse Herrn C. Pfaff um eine ausführliche Mittheilung dieses werthvollen Vortrages für die Vereinszeitschrift, was der letztere auch bereitwillig zusicherte.

Herr Inspector Alexander Strecker theilte einige Bemerkungen über den im Hefte 8—9, vom J. 1861 der Vereinszeitschrift enthaltenen Artikel des Vereinsmitgliedes Herrn G. Ritter von Winiwarter über Ventilation mit, indem er es zunächst als ein Versehen bezeichnete, dass darin des um die Ventilation so hoch verdienten Professors P. T. Meissner mit keinem Worte gedacht wurde, und sodann die Ansicht begrün-

dete, dass die im erwähnten Artikel vorgeschlagene Ventilationmethode nicht neu sei, und keinen bedeutenden Erfolg haben könne, zumal die verdorbene Luft bis auf Manneshöhe stehen bleiben werde.

Herr Oberingenieur J. Winterhalter stimmt dem Redner vollkommen bei, und unterstützt dessen Bemerkungen durch weitere Angaben.

Herr Ingenieur C. Kohn sprach zum Schlusse über verticale Dampfkessel, indem er die Vortheile derselben erörterte, und weitere erfahrungsmässige Nachweisungen in Aussicht stellte.

#### Versammlung der Abtheilung für Berg- und Hüttenwesen am 4. December 1861.

Vorsitzender: Der Vorstand-Stellvertreter Herr k. k. Sections-Rath P. Rittinger.

Herr Ingenieur Otto Wertheim hielt einen Vortrag über Erzwalzwerke, indem er eine Reihe von Gleichungen entwickelte, mit Hilfe welcher man Betriebskraft, Schwungrad-Dimensionen, die Quantität der Erze, so wie alle wesentlichen Walzwerks-Dimensionen für neu zu erbauende Maschinen dieser Art berechnen kann. Zugleich dienen dieselben allgemeinen Gleichungen als Anhaltspunkte zur Beurtheilung, und rücksichtlich zur Verbesserung von bereits bestehenden Erzquetschen, indem sie über den eigentlichen Gang derselben, über die Art und Weise, wie jedes Walzwerk seine tägliche Leistung verrichtet, Aufschlüsse geben, welche man durch die Praxis allein bisher nicht genau zu erkennen im Stande war. Durch Bestimmung des Coefficienten über rückwirkende Festigkeit, der Reibungs-Coefficienten von Erzen auf der Walzenoberfläche, so wie durch Versuche im grossen Maassstabe, welche Herr Wertheim an mehreren Walzwerken, die unter seiner Leitung standen, anstellte, ist es ihm gelungen die theoretischen Gleichungen mit den practischen Erfahrungen in erwünschten Einklang zu bringen.

Da Herr Wertheim eine baldige Veröffentlichung seiner Arbeit in Aussicht stellte, so wollen wir eine eingehendere Besprechung, die wegen der hier gebotenen Kürze doch nur unvollständig und schwer verständlich sein könnte, unterlassen \*).

Herr Oberbergrath Otto Freiherr von Hingenau hielt einen ausführlichen durch mehrere Karten erläuterten Vortrag über den Bergbau in Spanien, insbesondere im südlichen Theile dieses Landes. Da der Herr Redner den Schluss dieses Vortrages wegen vorgerückter Zeit auf die folgende Versammlung der bergmännischen Vereinsabtheilung am 18. December 1861 übertragen musste, so wird derselbe des Zusammenhanges wegen in dem Berichte über diese letztere Versammlung mitgetheilt werden.

### Protocoll

der Monats-Versammlung am 7. December 1861.

Vorsitzender: Der Vorstand-Stellvertreter Herr k. k. Sectionsrath P. Rittinger.

Gegenwärtig: 55 Mitglieder.

Schriftführer: Der Vereins-Secretär F. M. Friese.

#### Verhandlungen:

1. Das Protocoll der Monatsversammlung am 9. November 1861 wird verlesen, richtig befunden und unterfertigt.

2. Zur Unterzeichnung des Protocoll's der laufenden Monatsversammlung werden erwählt die Herren H. Dingler und Rudolf Ritter von Grimbürg.

3. Der Geschäftsbericht für die Zeit vom 10. November bis 7. December 1861, wird vorgetragen und ohne Bemerkung zur Kenntniss genommen, nämlich

a) die Liste der Austrittsanzeigen folgender wirklichen Herren Mitglieder:

Fuchs Carl, k. k. Rechnungsrath in Wien,  
Knaffl Gabriel, Ingenieur auf der kroatischen Linie zu Videm,  
Trenkle Alexander, Stadtbauamts-Assistent in Wien (verstorben);

\*) Siehe die Abhandlung: „Ueber Quetschwalzwerke,“ von O. Wertheim, Seite 17 u. ff. dieses Hefes.

b) das Verzeichniss der zur Aufnahme als wirkliche Mitglieder neu vorgeschlagenen Candidaten, u. z. der Herren:

Beliczay Julius v., Ingenieur-Assistent der priv. Theissbahn in Wien, vorgeschlagen durch Hrn. Adolf v. Bogucz,  
Höhl Sigmund, Ingenieur der priv. Carl Ludwigs-Bahn in Krakau, vorgeschlagen durch Hrn. Franz Kamper,  
Kutilek Gustav, Ingenieur der priv. Kaiser Ferdinands-Nordbahn in Oderberg, vorgeschlagen durch Hrn. A. Schefczik,  
Schwarz Julius, Ingenieur-Assistent der priv. Kaiser Ferdinands-Nordbahn in Wien, vorgeschlagen durch Hrn. Adalb. Fromm;

c) das Verzeichniss der für die Vereinsbibliothek neu erworbenen Druckschriften:

Vorschläge zur Reorganisirung des öffentlichen Baudienstes in Oesterreich.

Von Franz Grafen von Thun, gewes. Referenten für Kunstangelegenheiten im k. k. Ministerium für Cultus und Unterricht. Prag 1861.

1. Heft. 8. (Von der Verlagsbuchhandlung zur Besprechung eingekundet.)

Die Wasserversorgung der Stadt Wien. Verfasst vom Stadtbauamte. Wien 1861. 1. Band 4. (In 2 Exempl. Geschenk des wirklichen Mitgliedes Hrn. Carl Gabriel, Stadtbauamts-Ingenieur in Wien.)

Dampfkessel, deren rationelle Construction, Anlage und Betrieb. Ein Hand- und Hilfsbuch für Fabrikanten, technische Behörden, Schulen etc. Von O. Fallenstein, techn. Director der Petry-Dereux'schen Kesselfabrik in Düren. Mit Atlas, enthaltend 16 Tafeln in Folio. Stuttgart 1861. 1 Band Text und 1 Heft Atlas. (Angekauft.)

Lehre vom Hochbau. Ein Compendium für Vorlesungen und zum Selbstunterricht. Von Emanuel Ringl-Offner, ordentl. öffentl. Professor der Bauwissenschaften an der k. k. techn. Lehranstalt in Brünn etc. Mit einem Atlas, enthaltend 32 Figurentafeln. Brünn 1862. 2 Bde. (Angekauft.)

4. Ueber Einladung des Vorsitzenden wird die Abstimmung über die Aufnahme der in der vorhergehenden Monatsversammlung angemeldeten Candidaten mittelst gedruckter Stimmzettel vorgenommen, und werden hiebei als wirkliche Mitglieder aufgenommen die Herren:

Egermann Ferdinand, Ingenieur-Eleve der priv. Carl Ludwigs-Bahn in Wien,

Ferientsik Johann, Director der oberungarischen Waldbürgerschaft zu Stephanshütte bei Siroka,

Goldschmidt Theodor, Ingenieur in Wien,

Koch Heinrich, Architect in Wien,

Kress Josef, Director der priv. Buschtiehrader Eisenbahn zu Prag,

Matscheko Michael, Chemiker und Fabriksdirector zu Wien,

Wagenmann Paul, Ingenieur in Wien,

Weiss Johann, landesbef. Werkzeugfabrikant in Wien.

5. Hierauf folgten wissenschaftliche Vorträge, indem Herr Maschinen-Inspections-Adjunct Julius Ritter von Hauer über die Versuche des Hrn. Treviranus mit dem hydrometrischen Flügel sprach \*), und Herr Inspector A. Strecker einige Artikel der Zeitschrift des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen (betreffend Reutter's Telegraphenbureau in London, und den Oberland-Canal in Ostpreussen) mittheilte.

*Wochenversammlung am 14. December 1861.*

Vorsitzender: Der Vereinsvorsteher Herr k. k. Regierungsrath W. Engerth.

Herr Regierungsrath W. Engerth hielt einen ausführlichen Vortrag über die Anwendung von Gussstahlblech zu Dampfkesseln, welchen wir hier nur im kurzen Auszuge mittheilen, da der Herr Vortragende die Güte hatte, eine umständliche Mittheilung für diese Zeitschrift zuzusichern.

Als die ersten auswärtigen Versuche, Gussstahlblech zu Dampfkesseln zu verwenden, bekannt wurden, entschloss sich die priv. österr. Staatseisenbahngesellschaft sogleich, auch im eigenen Bereiche ähnliche Versuche anzustellen, und richtete an das k. k. Handelsministerium die Bitte um Bewilligung, ganze Dampfkessel für Locomotiven sammt Feuerkisten aus Gussstahlblech, und zwar von geringerer Stärke als für Eisenblech gesetzlich vorgeschrieben ist, anfertigen zu lassen. Mit Ministerial-

\*) Wir werden diesen Vortrag demnächst in einem eigenen Artikel bringen.  
A. d. Red.

erlass vom 11. Mai 1859 wurde die probeweise Herstellung von Kesseln aus Gussstahlblech von  $\frac{5}{8}$  der für Eisenblech gesetzlichen Stärke bewilligt, und von Seite der österr. Staatseisenbahngesellschaft sofort die Bestellung von sechs Lastzugs-Tenderlocomotiven mit Kesseln aus Gussstahlblech von F. Mayer in Leoben veranlasst, welche in den Monaten Jänner, Februar und April 1860 in Betrieb kamen.

Die amtlichen Kesselproben mit 188 Pfd. Wasserdruck fielen ganz befriedigend aus, mit Ausnahme einer Maschine, bei welcher eine Platte des cylindrischen Kessels in den Nietenlöchern der Länge nach riss. Das Gefüge dieser Platte wurde mehr körnig als bei den übrigen befunden. Uebrigens hatte sich schon bei der Bearbeitung gezeigt, dass manche Platten zu spröde und hart waren, indem das Durchatzen der Löcher unter starkem Knallen erfolgte; es wurde daher dafür gesorgt, dass sämtliche Platten vor der weiteren Verwendung nochmals ausgeglüht wurden.

Beim Betriebe, welcher mit allen möglichen Vorsichten eingeleitet wurde, bewährten sich diese sechs Kessel insofern nicht entsprechend, als zwar die cylindrischen Kessel unversehrt blieben, die Gussstahlplatten der Feuerkisten aber Risse erhielten, welche in der Regel von einem Stehbolzen zum andern gingen.

Der Herr Sprecher theilte die Erfahrungen mit, welche sich beim Gebrauche von Gussstahlkesseln auf französischen Bahnen ergaben.

Auch dort begegnete man im Allgemeinen bei den Feuerkisten der Locomotiven denselben Uebelständen wie bei uns, nur in weit geringerem Maasse; es scheint den französischen Ingenieuren bedeutend geschmeidigeres Gussstahlblech zu Gebote zu stehen, als in Oesterreich gegenwärtig erzeugt wird. Nach den bisherigen Ergebnissen ist überhaupt wenig Aussicht, Gussstahlblech für die Feuerkisten verwenden zu können, so vortheilhaft auch die Anwendung dieses Materiales für cylindrische Kessel seiner höheren Festigkeit wegen erscheint.

Herausgehoben wird, dass sich die Stahlbleche bei den stationären Kesseln an den Feuerstellen besonders gut bewähren.

Die österr. Staatseisenbahngesellschaft wird übrigens die begonnenen Versuche fortsetzen, in welcher Absicht vorläufig die Bleche jener Feuerkisten, welche durch kupferne ausgewechselt wurden, einer sorgfältigen Untersuchung unterzogen werden, um im Vergleiche mit auswärtigen Erfahrungen festzustellen, unter welchen sich Gussstahlbleche überhaupt für Dampfkessel eignen.

Herr Ingenieur C. Kohn theilte mit, er habe im Jahre 1859 in einen Kessel von 42' Länge und 5" Blechstärke eine Gussstahlplatte von halber Stärke zunächst der Feuerstelle einsetzen lassen, und nach 2 $\frac{1}{2}$  jährigem starken Betriebe sei diese Platte völlig unversehrt gefunden worden, während das Eisenblech ringsum bereits bedeutend gelitten hatte. Auch habe sich auf der Stahlplatte kein Kesselstein abgesetzt — eine Folge der lebhafteren Bewegung des Wassers über derselben.

Gegenwärtig beabsichtigte der Herr Sprecher einen Kessel auf 4 Pferdekraften aus Aichmetall von sehr geringer Dicke herstellen zu lassen; ein Versuch, von welchem er sich wichtige Resultate verspreche, da das Aichmetall bekanntlich hohe Festigkeit mit grosser Dehnbarkeit verbinde.

Hr. C. Kohn äusserte weiters die Vermuthung, dass die Gussstahlbleche in den französischen Werkstätten vielleicht auf andere Weise behandelt und bearbeitet werden als bei uns der Fall sei.

Hr. W. Engerth entgegnet, dass er selbst früher diese Vermuthung gehegt und deshalb eigene Erkundigungen eingezogen habe; die erhaltenen Antworten hätten jedoch gezeigt, dass in der Arbeit keine Verschiedenheit zwischen den französischen und den hierortigen Werkstätten bestehe, und dass die theilweise ungünstigen Resultate der hier angestellten Versuche lediglich in der zu grossen Härte und Sprödigkeit der verwendeten Gussstahlbleche ihren Grund haben.

Hr. C. Kohn sprach hierauf über die Bearbeitung des Glases mit Stahlwerkzeugen, indem er durch practische Versuche zeigte, dass harte Glasscheiben mittelst gewöhnlicher Stahlbohrer sehr leicht durchbohrt werden können, wenn der Angriffspunct des Bohrers mit einem Tropfen verdünnter Schwefelsäure oder Terpentinöl benetzt wird.

*Versammlung der Abtheilung für Berg- und Hüttenwesen am 18. Dec. 1861.*

Vorsitzender: Der Vorsteher-Stellvertreter Herr k. k. Sectionsrath Peter Rittinger.

Herr Oberbergrath Otto Freiherr von Hingenau setzte den am 4. December 1861 begonnenen Vortrag über die Erzbergbaue

in Spanien bis zum Schlusse fort. Obgleich dieser umfassende Vortrag seither in der österreichischen Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen veröffentlicht wurde, wollen wir doch einen kurzen Auszug mittheilen, um die geehrten Leser auf den interessanten Inhalt desselben aufmerksam zu machen.

Der Herr Redner gab zuerst eine Uebersicht der Literatur über den spanischen Bergbau, von welcher er Petitgand's Arbeit über den dortigen Bleibergbau als Ausgangspunkt für seinen Vortrag benützte und ging sodann auf die orographische Eintheilung Spaniens über, welches nach den natürlichen Verhältnissen in eine nördliche, mittlere und südliche Region zerfällt.

In der nördlichen Region finden sich, und zwar im Districte von Santander,

- a) Galmeigruben, deren Production (etwa 800,000 Zoll-Centner jährlich) grösstentheils zur See ausgeführt wird, und welche nebenbei an 3000 Centner Blei liefern;
- b) Eisenerzlager von 1—5<sup>o</sup> Mächtigkeit (meist Brauneisenstein mit 50% Halt), ganz nahe dem Meere, so dass die Erze aus der Grube unmittelbar auf die Schiffe verladen werden können. Ihre Production — über 400,000 Centner jährlich — geht ebenfalls zum grössten Theile nach England, da es in Spanien an Brennstoff und Communications-Mitteln fehlt; nur wenige Erze werden daher im eigenen Lande verschmolzen.
- c) Steinsalz, welches schachtmässig gewonnen wird,
- d) Lignite und Steinkohlen, endlich
- e) Kupferglanz und Kupferkies, wovon wieder 40,000 Centner nach England wandern.

Im Nordwesten Spaniens finden sich Zinnerzlager, hauptsächlich in Galizien und Asturien.

Der Nordosten ist berühmt durch seine Eisenerze (in Catalonien) ausserdem finden sich insbesondere in Aragonien Gruben auf verschiedene andere Mineralien, jedoch wie es scheint ohne Bedeutung.

In der mittleren Region sind vorzugsweise die Erzvorkommen, am nördlichen Abhange der Sierra Morena beachtenswerth, namentlich das Quecksilberbergwerk von Almaden, dann das Steinsalzwerk bei Iumilla. Ausserdem gibt es hier, wie in ganz Spanien, mehrere andere Bergwerke, welche in früheren Zeiten blühend gewesen zu sein scheinen und vielleicht dereinst eine Wiederaufnahme erleben dürfen, wie dies nun bei den Bergwerken der südlichen Region der Fall ist.

Diese südliche Region hat in neuester Zeit die Aufmerksamkeit zahlreicher ausländischer Unternehmer auf sich gezogen, welche — nicht immer ohne Schwindel — viele alte Gruben wieder erhoben und neue anlegten. Sie zerfällt in vier Hauptreviere:

- a) Das Revier der Sierra Morena besitzt bei Rio tinto und andern Punkten bedeutende Kupferlagerstätten, welche schon den Römern bekannt, im 15.—17. Jahrhundert vernachlässigt, seit Kurzem wieder lebendig betrieben werden. Der Halt beträgt nur 1—4%, das Anhalten und die Mächtigkeit der Gänge lassen aber auf eine jährliche Förderung von 6—8 Millionen Centner hoffen, sobald der Zustand der Strassen deren Abfuhr gestatten wird. Schon jetzt werden 2½—3 Millionen Centner jährlich nach England verschifft und in Swansea verschmolzen.

Bei Linares besteht ein uraltes Bleibergwerk, welches sich seit 10 Jahren wieder hebt und dormalen an 200,000 Centner Erze jährlich liefert.

Am Süдахange der Sierra Morena finden sich auch Eisenerz- und Steinkohlen-Gruben, welche letztere der Eisenbahn von Sevilla nach Cordova den Brennstoff liefern.

- b) In dem Reviere der Sierra Nevada bestehen beiläufig seit 1820 bedeutende Bleibergwerke in der Sierra de Gador, meistens in einer Meereshöhe von 2000 Meter gelegen, und leider in zahlreiche kleine Gruben zersplittert und sehr unregelmässig betrieben.

Aus diesem Grunde soll auch seit 1837 die Arbeiterzahl von 10,000 auf 6—7000 Mann und die Erzeugung von 748.000 auf 340.000 Zollctr. herabgegangen sein. Die Erze sind sehr rein und reich; interessant ist die dort übliche Separations-Methode mittelst des Garbillo, einer Reiter mit Siebwänden, aber ganzem Boden, mittelst welcher die Arbeiter das Kleinerz sehr geschickt durch Drehen und

leichtes Stossen, jedoch ohne Wasser — da solches nicht vorhanden ist — zu concentriren verstehen.

- c) Das Revier der Sierra Almagrera wurde in Folge eines vor 24 Jahren entdeckten Vorkommens von silberhaltigem Bleiglanz (Jaroso-Gang) durch zahlreiche Unternehmer und Schwindler berühmt. Der als bauwürdig anzunehmende Raum von 15 Quadrat-Kilometer ist von mehr als 1000 einzelnen Gruben besetzt. Die 3—9' mächtigen Erze sollen im Kilogramm 100—260 Gramm Silber halten. Die Production an Silber wird sehr hoch, jedoch von verschiedenen Autoren sehr verschieden angegeben, was die Glaubwürdigkeit jedenfalls verdächtig macht. Sie soll nach Petitgand in den Jahren 1841—1848 volle 1.150.000 Mark (jährlich also 143.750 Mark), nach Burat (Ausgabe von 1858) jährlich 170.000 Mark, nach Pernolet im Jahre 1846 aber 80.000 Mark betragen haben.

- d) Im Reviere der Sierra de Carthage finden sich ebenfalls reiche Bleierzlagerstätten, welche im Ganzen rationeller als die oben erwähnten abgebaut, und deren Erze zum Theile auch dort verhüttet werden. Für einen einzelnen Bezirk dieses Revieres schätzt Petitgand die Production der Jahre 1858—1859 auf 1.721.000 Ctnr. (Blei oder Erz?); ausserdem wurden aber bedeutende Mengen Bleierz zur See ausgeführt.

Die übrigen Erzvorkommen dieses Reviers, als Eisen- und Kupfererze, Zinkblende und Schwefel, finden neben dem noch immer wachsenden Bleibergbau sehr wenig Beachtung.

Der Herr Redner schloss, indem er sich vorbehielt, nächstens einiges über die spanische Bergproduction im Ganzen, dann über das dortige Berg-Gesetz vom Jahre 1859 mitzutheilen.

Hr. Carl Ritter v. Hauer, Chemiker der k. k. geolog. Reichsanstalt, erklärte in einem längeren Vortrage eine Reihe von Krystallisationserscheinungen. Schon seit längerer Zeit mit der Aufstellung einer Sammlung krystallisirter Laboratoriums-Präparate beschäftigt, welche für die Londoner Industrieausstellung bestimmt ist, hatte er mannigfache Gelegenheit gefunden, verschiedene Beobachtungen über die Bildung und das Wachsthum der Krystalle anzustellen. Er leitete seine Mittheilung mit folgenden Worten ein: „Mein heutiger Vortrag bedarf einiger Entschuldigung, da er ein Thema berührt, das nur von secundärer Bedeutung für das Hüttenwesen ist — die Krystallisation. Wohl spielt die Krystallisation als wohlfeilste Reinigungs- und Trennungsmittel auch bei hüttenmännischen Processen eine Rolle, die sich voraussichtlich um so mehr vergrössern wird, als der „nasse Weg“ bei der Aufbereitung an Umfang gewinnt. Allein auch diese Beziehungen sind es nicht, die ich hervorheben will, sondern lediglich einige Krystallisationserscheinungen in abstracter Weise, einige Beobachtungen über die Genesis der Krystalle erlaube ich mir Ihnen mitzutheilen, während ich eine Besprechung der practischen Verwendung der Krystallisation in einer späteren Mittheilung erörtern möchte.“

Um einen Stoff zur Krystallisation zu bringen, muss er in einen Zustand versetzt werden, wo sich die kleinsten Theile bewegen können, das heisst, er muss in den tropfbar-flüssigen oder elastisch-flüssigen Zustand übergeführt werden. Werden dann die Umstände beseitigt, welche den flüssigen Zustand verursacht haben, so geht die Masse wieder in die starre Form zurück, mit äusserlich regelmässig abgegrenzter Gestalt, d. h. sie krystallisirt. Denkt man sich nun eine gesättigte Lauge — da nur die aus wässrigen Lösungen sich abscheidenden Krystalle hier in Betracht gezogen werden sollen — bei der es nur einer geringen weiteren Verdunstung bedarf, um die sofortige Ausscheidung eines Theiles der in ihr aufgelösten Substanz bedingen zu müssen, so soll zunächst in Betracht gezogen werden, was man sieht, wenn diese wirklich eintritt.

So weit man mit dem schärfsten Mikroskope diese Bildung verfolgen kann, treten die ersten Krystalle genau von der Form, mit oder ohne secundäre Flächen auf, wie grössere Individuen. Der kleinste noch sichtbare Krystall unterscheidet sich in nichts anderem von einem grösseren, als in seinem geringeren Volum. Er erscheint plötzlich, wie ein aus dem Nichts geschaffenes Ding, fix und fertig, und tritt gewissermassen blitzartig auf. Ob dieses erste Kryställchen, welches wir unter dem Mikroskope erblicken, und das ganz die gleiche Gestalt hat wie der grössere, wieder aus gleichgeformten noch kleineren Krystallatomen bestehe, ob überhaupt die Form, welche eine krystallisirte Substanz zeigt, ihre primitive sei,

mit einem Worte ob die Moleküle die gleiche Form besitzen, hierüber ist man natürlich im Unklaren, denn die directe Beobachtung hört auf, und es können nur Hypothesen darüber angestellt werden. Mit dem schon gegebenen kleinsten, sichtbaren Krystall beginnt sonach die exacte Forschung, und wie aus ihm ein grösserer Krystall entstehen kann, diesen Verlauf zu verfolgen ist man eher im Stande.

Eine Beobachtung des berühmten Physikers Frankenheim gab einen interessanten Einblick in diesen Process. Er liess einen Tropfen einer Gypsauflösung auf der frischen Spaltungsfläche eines Gypskrystalles verdunsten. Es zeigte sich hiebei, dass die kleinen abgeschiedenen Kryställchen insgesamt nach der Lage des grossen Krystallfragmentes orientirt waren. Dieses hatte nun attractorisch und orientirend auf sie gewirkt oder sie hatten in der gleichen Tendenz sich begegnet, genug, der Effect war der, dass daraus entnommen werden konnte wie das Wachsen des Krystalles vor sich geht. Es besteht in einer Anlegung gleichgeformter Theile in bestimmt orientirten Richtungen. Liess man den Tropfen auf einer ihnen nicht homogenen Masse verdunsten, so bildeten die abgelagerten Kryställchen ein wirres Chaos, ohne eine Ordnung in ihrer Gruppierung. Und jeder Krystall besteht sonach aus zahllosen kleineren Individuen von gleicher Gestalt.

Hieraus ergibt sich schon ein Fingerzeig, welche Umstände die Ausbildung schöner Krystalle befördern können. Gleich wie bei einem Gebäude die Wände und Kanten eben- und regelrecht sind, wenn die einzelnen Bausteine genau nach Winkelmass und Loth über einander geschichtet werden, ist es auch beim Krystall der Fall; auch seine Wände, das ist seine Flächen, werden ebenmässig und daher schön spiegelnd sein, wenn seine Bausteine, die Moleküle, wohl geordnet gruppirt sind. Je langsamer sie sich an einander lagern, um so regelrechter wird ihre Orientirung sein; je mehr eines oder das andere von der richtigen Lage abweicht, um so mehr wird es den Impuls zu unregelmässigen Bildungen zu gekrümmten Flächen etc. geben. Und jedes Kryställchen, welches mehr von der Lage abweichend sich ablagerst, als es gewisse Krümmungen der Krystallflächen gestatten, verursacht die Entstehung eines zweiten Krystalles, der nun unabhängig fortwächst, so weit er nicht durch Berührung mit demjenigen, auf welchem er haftet, verhindert wird. Eine gleichförmige Temperatur ist hienach sehr wichtig, da ihre Schwankungen zu raschen Ausscheidungen Veranlassung geben, wo eine ordnungsmässige Ablagerung nicht mehr möglich ist, denn die orientirende Attraction ist von geringer Intensität. Präcipitirte Krystallisationen erzeugen daher auch zumeist wenig durchsichtige Krystalle, da auch die Durchsichtigkeit von der regelmässigen Lagerung der einzelnen Theile abhängt. In Kellern von einer Tiefe, wo die Temperatur nicht mehr schwankt, gelingt es daher, fast jede Substanz, wo die ihr eigenthümliche Farbe nicht hinderlich ist, durchsichtig zu erhalten.

Da endlich das Wachsen des Krystalles in einer Anlegung neuer Massentheile von Aussen besteht, so muss der Theil, wo der Krystall aufliegt, in der Bildung gehindert sein, und ringsum wohlausgebildete Krystalle erhält man nur, wenn sie sich in der Flüssigkeit suspendirt befinden. Man erreicht dies leicht, wenn man den zu einer gewissen Grösse herangelangten Krystall anbohrt, in der Oeffnung mittelst einer Harzauflösung ein Stäbchen befestigt, und nun mittelst dieses in der Lauge aufhängt.

Der Herr Vortragende berührte zunächst jene Erscheinungen, welche er unter dem Namen der „Episomorphie“ zusammengefasst hatte.

Das Gesetz der Isomorphie gründet sich darauf, dass Substanzen von gleicher Krystallgestalt und ähnlicher chemischer Construction sich wechselweise vertreten können. Sie können ferner gemischt und übereinander krystallisiren. Das letztere Phänomen, fast nur an den Alaunen bekannt, wurde von Hrn. v. Hauer an vielen anderen Substanzen gezeigt. So an oxalsäuren Doppelsalzen, an den Cyaniden von Kobalt und Eisen in ihrer Verbindung mit Kalium, und an der Reihe der schwefelsäuren, chromsauren und selen-säuren Doppelsalze der Magnium-Gruppe.

Die Erscheinung des Uebereinanderkrystallisirens isomorpher Substanzen ist, was die Reihenfolge anbelangt, von ihrer relativen Löslichkeit abhängig. Doch lässt sich durch Kunst das Uebereinanderwachsen von dieser Bedingung emancipiren; man kann auch ein schwer lösliches Salz über ein leicht lösliches krystallisiren lassen. Um dies zu erreichen genügt es, die Lösung, welche das schwer lösliche Salz enthält, vollends

zu sättigen mit einer dritten Substanz, die mit beiden isomorph, aber noch löslicher als beide ist. Ein Krystall von schwefelsäurem Kobaltodkali in eine gesättigte Auflösung des analogen Nickelsalzes gelegt, würde sich auflösen statt fortzuwachsen, weil ersteres löslicher als das zweite ist. Sättigt man aber die Lösung des Nickelsalzes mit dem analogen Eisensalze, welches löslicher als sie beide ist, so wird der hineingelegte Kobaltkrystall fortwachsen können, und auf diese Weise gelingt es episomorphe Krystalle zu erhalten, die in ihren Schichten eine Reihenfolge der Substanzen zeigen, welche an sich unmöglich wäre.

An die Erscheinungen der Episomorphie knüpfte der Herr Vortragende ferner Beobachtungen über die „specifische Flächenbildung.“

Von so hohem Werthe auch die Erkenntniss ist, dass die tausende der Krystallgestalten auf wenige ideale Formsysteme zurückgeführt werden können bei alleiniger Betrachtung der Winkel, welche ihre Flächen mit einander bilden, so scheint doch in naturhistorischer Beziehung nicht alles Wissenswerthe am Krystall damit erschöpft. Für den aufmerksamen Krystallogeneten ist auch die Flächenbildung, die grössere oder geringere Ausdehnung derselben, das Auftreten oder Fehlen gewisser Flächen nicht bloss etwas Zufälliges, sondern eine der Substanz eigenthümliche Eigenschaft, die durch äussere Einflüsse wohl gestört werden kann, aber ohne diese Störung unverkennbar und regelmässig auftritt.

Isomorphe Krystalle, für den Krystallographen analog, weil er gleiche oder nahezu gleiche Winkelwerthe an ihnen findet, sind nur ideal gleich. Der Blick des Laien, der eben nicht die Winkelwerthe in Betracht zieht, sondern aus dem Habitus des Krystalles die Aehnlichkeit oder Unähnlichkeit mit einem anderen beurtheilt, wird manche solcher Substanzen verwechseln können. Er wird z. B. stets einen Krystall von schwefelsäurem Magnesiakali von allen andern mit ihm isomorphen Krystallen zu unterscheiden wissen, so eigenthümlich ist sein Habitus. Es lässt sich nun auch in der That beweisen, dass dieser Habitus keine zufällige Bildung ist, dass er zu Stande kommt, sogar wenn ein directes Hinderniss entgegensteht. Auf dem Wege des Episomorphismus lässt es sich practisch zeigen. Legt man z. B. einen Krystall aus der Reihe der schwefelsäuren Doppelsalze in eine Auflösung von schwefelsäurem Magnesiakali, so sind die ersten sich überlagernden Schichten noch conform mit dem Kern, den sie umschliessen, bald aber gehen sie in die specifische Gestalt des Magnesiasalzes über, die schliesslich vollständig zur Entwicklung gelangt. Der Habitus des Krystalles steht also auch in einer unzweideutigen Relation mit der chemischen Zusammensetzung, eine Relation, die eine weitere Erforschung verdient.

Prachtvolle Belegstücke für alle diese Erscheinungen wurden von dem Herrn Redner vorgezeigt. So auch noch eine Reihe sehr regelmässig geformter Alaunkrystalle mit secundären Flächen, die künstlich an ihnen hervorgerufen worden. Alaunkrystalle mit Würfelflächen, Dodekaederflächen, oder Combinationen mit beiden lassen sich in angehnlicher Weise darstellen, und zwar mit einer Symmetrie, wie sie bei Laboratoriumspräparaten von selbst niemals auftritt. Die Darstellung gründet sich auf die vom Herrn Vortragenden gemachte Beobachtung, dass ein Alaunkrystall, welchem secundäre Flächen angefeilt wurden, in eine Lösung von Eisensalaun gebracht, sich so verhält, als ob er von Natur aus sie besessen hätte. Er wächst im Sinne der ihm beigebrachten Form fort. Wohl ist die Form, welche er erhält, indem die angefeilten Flächen spiegeln, das ist wirkliche Krystallflächen werden, nur ein Durchgangsstadium, da bei fortgesetztem Wachsen dieselben immer kleiner werden bis sie gänzlich verschwinden und das reine Octaeder wieder hergestellt ist. Allein bevor dieser Moment erreicht ist, lässt sich die Krystallisation unterbrechen. Das Schneiden oder Feilen des Krystalles verlangt bei weitem weniger Exactheit, als von vornherein vermuthet werden sollte, denn die Krystallisation setzt selbst alles Unregelmässige ins Gleichgewicht. Als bemerkenswerth ergab sich hiebei, dass nur Combinationen mit dem Octaeder zu erhalten sind. Schneidet man eine einfache Gestalt, einen Würfel, ein Tetraeder, so treten, wenn in Lösung gebracht, die fehlenden Octaederflächen alsogleich von selbst auf. Ein reines Dodekaeder, Würfel oder Tetraeder ist der Allalaunsubstanz heterogen, und wenn auch diese Formen ideal zu einem Systeme gehörig betrachtet werden, so sind sie doch nicht allen im regulären Systeme krystallisirten Substanzen eigenthümlich oder möglich.

Vorsitzender: Der Vereins-Vorsteher Herr k. k. Regierungsrath  
W. Engerth.

Berghauptmann F. M. Friese legte Muster von Trachyporphyr-Quadern vor, indem er die Ansicht aussprach, dass in einer Zeit, wo so viele und grossartige Bauten entstehen, wie gegenwärtig in Oesterreich, die Kenntniss eines neuen in vielen Beziehungen vortrefflichen Baumaterials sicher nicht ohne Interesse sein dürfte. Die vorgelegten Mustersteine sind quarzführender Trachyporphyr (cavernose Varietät nach Naumann) von Hlinik, einem Dorfe an der Gran unweit Schemnitz, wo dieses Gestein in ungeheuren Massen vorkommt, und zu Mühlsteinen gebrochen wird, wesshalb es dort unter dem Namen „Mühlsteinporphyr“ bekannt ist. Der Vortragende, mit diesem Gesteine in geologischer Hinsicht längst bekannt, wurde doch erst durch die Betrachtung der beim Cölner Dom-bau verwendeten Trachyte veranlasst, die Verwendbarkeit des Hliniker Trachyporphyr als Baustein näher ins Auge zu fassen, und wendete sich diessfalls an den k. k. Maschinen-Inspector bei der Schemnitzer Bergverwaltung Herrn Ferdinand Hellvig, welcher dieses Gestein seit Jahren und vielfach bei Bauten in der Grube wie über Tage verwendet hatte, und daher ein vollkommen sicheres Urtheil über dessen Brauchbarkeit abzugeben vermag, mit der Bitte um einige grössere Musterstücke und um Auskünfte über die Verwendung dieses Trachyporphyr zu Bauten. Herr F. Hellvig entsprach diesem Ersuchen mit der grössten Bereitwilligkeit, und theilte im Wesentlichen Folgendes mit.

Der Hliniker Trachyporphyr wird in Schemnitz und der Umgegend seiner vorzüglichen Eigenschaften wegen seit jeher bei allen wichtigeren Land-, Wasser- und Grubenbauten mit dem besten Erfolge verwendet, da derselbe bei grosser Festigkeit sich doch entsprechend bearbeiten lässt und dem schädlichen Einflusse der Witterung vollkommen Trotz bietet. Auch unter Wasser gebracht widersteht derselbe ebenso gut der Zerstörung wie bei abwechselnder Nässe und Trockenheit, nur einer hohen Temperatur darf er nicht ausgesetzt werden, da er in der Hitze zerspringt, wesshalb er auch bei den Hüttenwerken keine Anwendung findet.

Die Hliniker Steinbrüche liefern für die ganze Gegend  
Materialie zu Sockelplatten, Treppenstufen, im Freien sowohl, Als unter  
Dach, Thür- und Fensterstöcken, Gewölbesteinen, für Gerinne und  
Trottoirsteine u. s. w. wiegt 90—110 Wr. Pfund, je

Ein Cubicfuss dieses Trachyporphyr's wiegt 90—110 Wr. Pfund, je nachdem er mehr oder weniger poröse ist.

Die Steinbrecher — Insassen des Dorfes Hlinik — liefern die Quadern gewöhnlich zu 3' Länge, 1½' Breite und 1' Dicke, doch auf Verlangen auch zu 3—4' Länge bei der bezeichneten Breite und Dicke. Sie wären allenfalls auch im Stande, genau bearbeitete Stücke nach bestimmten Dimensionen zu liefern, wollen sich aber nicht gerne damit befassen.

Für 1 Cubikfuss roh bearbeitet und nach Hlinik oberhalb der Donau gestellt, verlangen die Steinbrecher, ohne Rücksicht auf die Grösse des Stückes, 30 kr. ~~50~~ <sup>50</sup>kr. Wahr. Die Fracht bis zur Donau bei Gran kömmt für Mühlsteine (Quadern dürften kaum noch so weit verführt worden sein) bei der Wasserfahrt auf Flüssen auf beiläufig 40 kr., bei der Landfracht auf etwa 77 kr. für den Cubikfuss zu stehen; dabei muss jedoch bemerkt werden, dass der Transport zu Wasser unsicher ist, weil die Gran nicht immer befahrbar ist, und die Flüsse auch oft sitzen bleiben.

Herr F. M. Friese bemerkte, dass sich aus den vorstehenden Mittheilungen für den Hliniker Trachyporphyr ein spezifisches Gewicht von 1,6 bis 2 ergebe, während dasselbe bei dichtem und festem Kalkstein 2 bis 2,8, bei Sandstein 2 bis 2,6, bei Marmor 2,5 bis 2,8, bei Granit 2,5 bis 3, beträgt. Der genannte Trachyporphyr zeichnet sich daher vor anderen Bausteinen durch grosse Leichtigkeit aus und dürfte deshalb mit weiterer Rücksicht auf seine Festigkeit bei weiten und flachen Gewölben, sowie überhaupt bei allen Bauten, bei welchen ein leichtes und dennoch festes Materiale gewünscht wird, vorzüglich gute Dienste leisten. Betreffend die Grösse bei Quadern zweifelt der Vortragende nicht, dass auch weit grössere, als die angegebenen Dimensionen zu erhalten sein werden, wenn auch die Hliniker begreiflicher Weise nicht gerne von den altüblichen Formen abgehen wollen.

Das grösste Hemmniss für ausgedehntere Verwendung dieses Gesteins zu Bauten besteht in der Unsicherheit der Wasserfracht und dem ziemlich hohen Preise der Landfracht. Würde man aber die Quadern in grösseren Partien vorbereiten und den Eintritt jedes höhern Wasserstandes sofort zur Verfrachtung benutzen, so dürften die Schwierigkeiten des Wasser-

weges ohne Zweifel wesentlich vermindert und die Lieferung in die an der Donau gelegenen Orte, ja selbst bis Wien, zu erträglichen Preisen ermöglicht werden.

In Wien würden sich nämlich die Kosten für 1 Cubikfuss, d. i. im Durchschnitt 1 Ctr., in folgender Weise berechnen:

|   |              |
|---|--------------|
| Gesteuerung bis zur Gran . . . . .  | 30 kr.       |
| Transport auf Flößen bis an die Donau bei<br>der Eisenbahnstation Gran-Nana . . . . | 40 kr.       |
| Eisenbahnfracht von dort bis Wien . . . .   | 48 kr.       |
| daher am Wiener-Bahnhofe zusammen   | fi. 1.18 kr. |

Hiebei ist der gewöhnliche Tarifsatz der Eisenbahn gerechnet worden, während doch bei grösseren Sendungen ohne Zweifel eine grössere Ermässigung eintreten wird. Uebrigens steht von Gran-Nana aus nicht bloss die Eisenbahn, sondern auch die Dampfschiffahrt für die Verfrachtung zu Gebote.

Ob und in wieferne nun der Hliniker Trachytporphyr unter den mitgetheilten Verhältnissen als Baustein in weiteren Kreisen Beachtung und Verwendung verdiene, überlässt der Vortragende dem Urtheile der Baumeister und Architekten, und schliesst mit der wiederholten Versicherung, nichts anderes beabsichtigt zu haben, als die Aufmerksamkeit der geehrten Fachgenossen auf einen Baustein zu lenken, welcher ungeachtet seiner erprobten vorzüglichen Eigenschaften ausserhalb der Umgebung von Schemnitz noch gänzlich unbekannt ist.

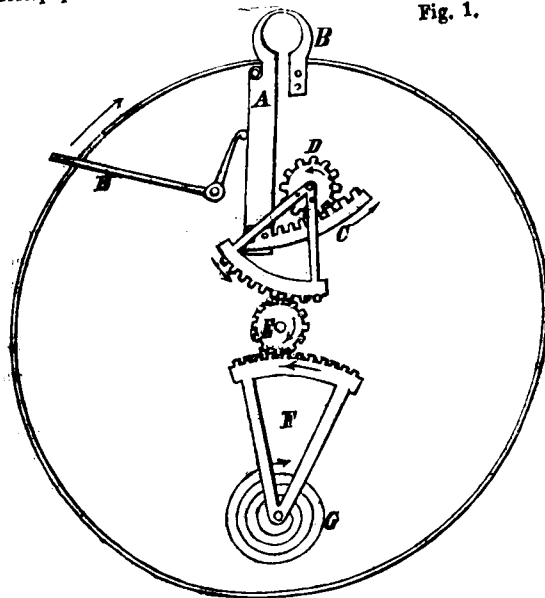
Herr Sectionsrath P. Rittinger bestätigt aus eigener Erfahrung, dass der Hliniker Trachyporphyr als Baustein eine unverwüsthliche Dauer besitze, und vermöge seiner Porosität den Mörtel vortrefflich binde. Für Wien sei übrigens zu beachten, dass der Trachyporphyr von Hlinik das vulkanische Vorkommen dieser Art sei.

Herr Regierungsrath W. Engerth bemerkt, dass die Kosten der Eisenbahnfracht bei ganzen Wagenladungen und grösseren Sendungen jedenfalls gegen die angesetzten Ziffern bedeutend ermässigt werden dürften.

Auf Antrag des Herrn Vorsitzenden wurde beschlossen, es dem Verwaltungsrathe anheimzustellen, ob die mitgetheilten Daten noch ergänzt, und allenfalls Versuche mit dem besprochenen Trachtyporphyr angestellt werden sollen.

Herr Ingenieur C. Kohn legte einige Instrumente zum Messen sehr kleiner Dimensionen vor, welche von Herrn A. Lange, dem Begründer der Uhrenfabrikation zu Glashütte in Sachsen, erfunden wurden, und in den dortigen Uhrenfabriken allgemein im Gebrauche stehen.

Unter diesen Instrumenten ist vorzüglich das sogenannte Mikrometer von Interesse, welches zum Messen der allerkleinsten Gegenstände dient. Ein Grad dieses Mikrometers ist = 0,01 Millimeter; es gibt daher kaum einen durch Menschenhände ausgeführten Gegenstand, welcher durch dieses Mikrometer nicht gemessen werden könnte; das dünnste Briefpapier mißt 3—4 Grade, ein Menschenhaar 4—6 Grade u. s. w.

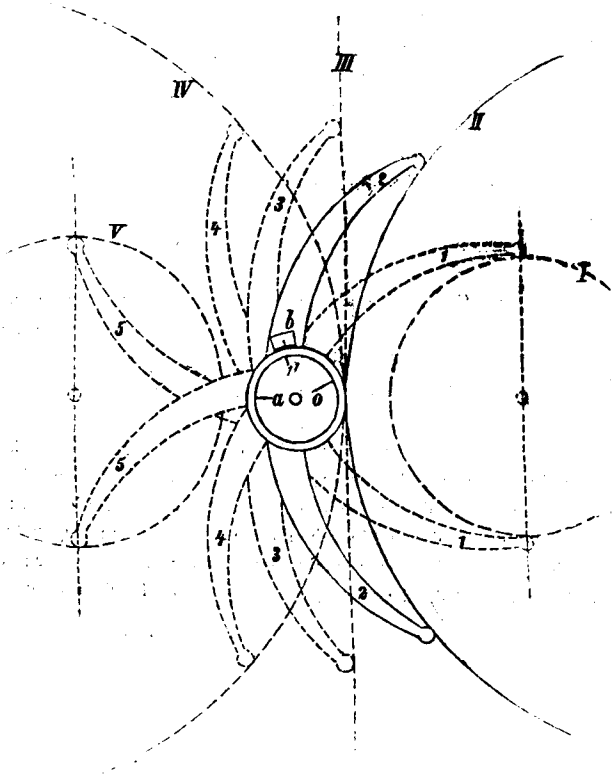


**Fig. 1.**

Die Einrichtung des Mikrometers ist aus der in der natürlichen Grösse des Instrumentes ausgeführten Zeichnung Fig. 1 ziemlich genügend zu erkennen. Der lange Hebel *A* trägt am äussersten Ende die Hälfte einer Zange, deren zweite Hälfte *B* an der Bodenplatte angeschraubt ist. Nahe seinem andern Ende trägt der Hebel *A* den Rechen *C*, welcher in den Trieb *D* eingreift; ein mit diesem verbundener zweiter Rechen greift endlich in das Mittelrad *E* ein. Die Oeffnung der Zange zum Messen eines Gegenstandes kann also nur durch eine Bewegung des Hebels *A* geschehen, welche vervielfältigt auf das Mittelrad übertragen wird. Der Zapfen dieses letzteren ist mit einem (auf der Figur nicht sichtbaren) Zeiger versehen, welcher auf dem in Grade getheilten Zifferblatte, (welches den in der Figur gezeichneten Mechanismus bedeckt), die Dimension anzeigt. Damit die Bewegung des Zeigers durch die für die Eingriffe unentbehrliche Zahnluft nicht schwankend werde, ist noch ein dritter Rechen *F* angebracht, welcher ebenfalls in das Mittelrad greift, und durch eine Spirale *G* immer wieder zurückgeführt wird. Diese Spirale dient zugleich dazu, den ganzen Mechanismus nach geschehener Messung auf die ursprüngliche Stellung zurückzubringen. Zum Öffnen der Zange dient ein kleiner Winkelhebel *H*.

Herr C. Kohn zeigte durch Versuche den Gebrauch des Instrumentes und legte sodann einen Greifzirkel vor, welchen er selbst schon vor 26 Jahren construiert hatte, um die Durchmesser grösserer Cylinder, Röhren und Bogenstücke zu messen, und welcher — wie er beifügte — wegen der Leichtigkeit und Schnelligkeit, mit welcher man mittelst desselben derlei Durchmesser völlig unbemerkt abnehmen kann, auch als „Diebszirkel“ bezeichnet werden könnte.

Fig. 2.



Dieser Greifzirkel, Fig. 2, besteht aus zwei mit einer Messingscheibe verbundenen Armen, von welchen der eine an der Scheibe fest, der andere um dieselbe drehbar und mit einem aufgenieteten Messingsplättchen versehen ist, auf welchem sich eine Marke *b* befindet.

Ist der Greifzirkel geschlossen, so trifft diese Marke auf den mit 0 bezeichneten Theilstrich der Messingscheibe. Die letztere ist mit einer vom Nullpunkt nach beiden Seiten gegen *a* hinlaufenden empirisch bestimmten Eintheilung versehen, deren Zahlen den äussern oder innern Durchmesser eines runden Gegenstandes in Schuhen und Zollen angeben, je nachdem der Theilstrich auf der einen oder der andern Seite von beiden durch 0 und *a* gezogenen Radien liegt.

Ist der äussere Durchmesser eines Gegenstandes zu bestimmen, so legt man den Zirkel wie gewöhnlich so daran, dass die beiden Arme in die Enden eines Durchmessers desselben fallen, also die Stellung 1,1 erhalten; der Strich der Eintheilung, auf welchen die Marke *b* trifft, gibt

den gesuchten Durchmesser an. Ist der Durchmesser so gross, dass die Enden der Arme die beiden Enden eines Durchmessers nicht mehr erreichen, so wird der Zirkel so an den Gegenstand angelegt, dass sowohl die Enden der Arme als die mittlere Scheibe denselben berühren. (Stellung 2,2 an dem Kreise II.) Legt man das Instrument in dieser Art an eine gerade III., so trifft die Marke *b* an den Theilstrich *a*, welcher somit dem Durchmesser  $\infty$  entspricht.

Ist der innere Durchmesser z. B. einer Röhre IV. zu messen, so legt man den Greifzirkel wieder in derselben Art an, wobei dessen Arme die Stellung 4,4 erhalten und nunmehr die Marke *b* einen Strich der Theilung zwischen *a* und 0 treffen wird. Ist endlich der innere Durchmesser V so klein, dass die Enden der Arme, wenn die mittlere Scheibe die Peripherie berührt, schon hinter den Durchmesser zurückfallen würden, so gebraucht man den Greifzirkel wieder in der gewöhnlichen Art, indem man die Enden der Arme 5,5 an die Enden eines Durchmessers bringt, wobei das Instrument, geneigt gegen die Mündung des Rohres gehalten werden muss, weil sonst die mittlere Scheibe mit der Wand desselben in Collision käme.

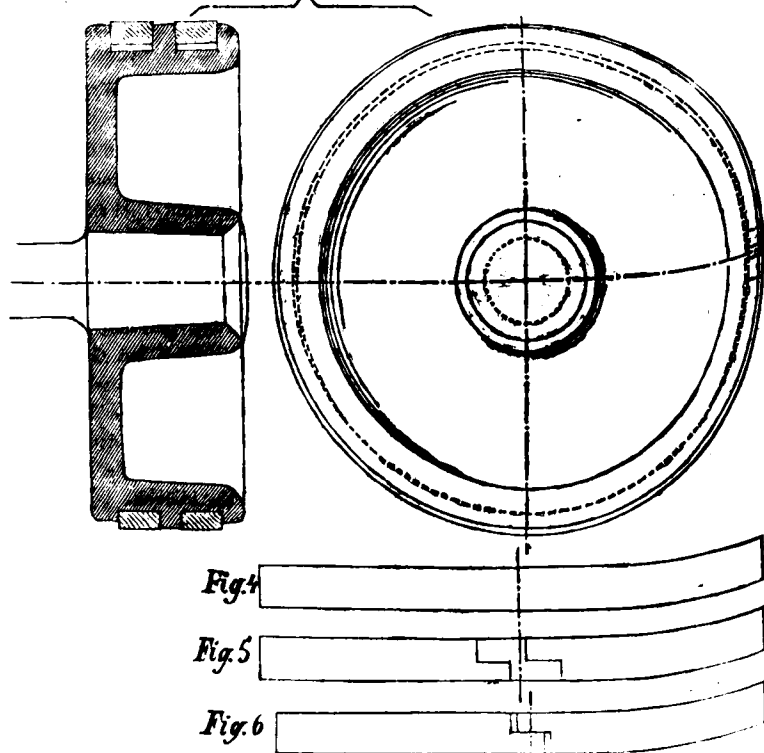
Man sieht, dass sich das Instrument auf alle Durchmesser von 0 bis  $\infty$  anwenden lässt, nur mit einer um so geringeren Genauigkeit, je grösser der Durchmesser ist.

Für das vorliegende in der nebenstehenden Skizze in  $\frac{1}{3}$  Naturgrösse dargestellte Exemplar bilden 6' die Grenze, bis zu welcher beide Eintheilungen geführt sind.

Herr Ingenieur Pius Fink hielt einen Vortrag über die sogenannten schwedischen Kolben für Dampfmaschinen, dessen wesentlicher Inhalt folgender war:

Die ausgedehnte Anwendung, welche diese Art Dampfkolben gegenwärtig finden, hat ihre Ursache in der grossen Einfachheit, in der geringen Anzahl von Bestandtheilen und in der hieraus resultirenden leichteren Instandhaltung und vermehrten Sicherheit. Eine der gebräuchlichsten Constructionen zeigt nebenstehende Figur 3. Der Kolbenkörper ist von Schmiedeeisen, die Dichtungsringe sind aus gutem feinkörnigen Gusseisen.

Fig. 3.



Die conisch in den Kolbenkörper eingepasste Kolbenstange wird in den warmgemachten Kolbenkörper eingesetzt und vernietet. Das Abdrehen des Kolbenkörpers geschieht für liegende Cylinder folgendermassen: Der Mittelpunkt für die äussere Peripherie liegt beiläufig  $\frac{1}{3}$  über dem Kolbenstangenmittel und jener für die eingedrehten Nuthen eben so viel unter demselben, so dass die Nuthen oben  $6\frac{1}{2}$ —7 und unten nur  $4\frac{1}{2}$ —5 tief werden. Die Dichtungsringe haben meist eine Höhe von 14—16 und eine Dicke von  $6\frac{1}{2}$ —6.



Der Durchmesser des Kolbenkörpers ist um 2" kleiner als jener des Cylinders und die Dichtungsringe der montirten Kolben werden also oben  $1\frac{1}{2}$ " und unten  $1\frac{1}{2}$ " aus dem Kolbenkörper vorstehen und sich unten gleichzeitig auf den Grund der Nuthen legen, so dass der Kolben mittelbar aufrucht.

Die Dichtungsringe werden 7"—8" grösser und in Cylindern von 4' Höhe gegossen, um ein dichter Material zu erhalten. Die abgestochenen Ringe Fig. 4, werden in Art von Fig. 5 ausgeschnitten, zusammengelethet und auf das richtige Maass abgedreht. Die Ueberplattung ist bei 10", die ganze Spannung bei 15" Fig. 6. Die wesentlichsten Verschiedenheiten von der eben beschriebenen Construction der schwedischen Dampfkolben sind folgende:

1. Die Kolbenstange ist in den Kolbenkörper eingeschraubt, und dann entweder vernietet, oder mit einer Mutter und einem Vorsteckstift befestigt.

2. Der Kolbenkörper ist beiderseits mit einer ebenen Fläche abgeschlossen. Zu diesem Ende wird an der offenen Seite des Kolbenkörpers eine starke Blechscheibe, welche an beiden Peripherien schief abgedreht ist, eingepasst und durch Umnieten des an diesen Stellen durch kleine ringförmige Wülste verstärkten Kolbenkörpers befestigt; oder es wird der Kolbenkörper nach beliebiger Methode als ein einziges hohles, aber zu beiden Seiten eben abgeschlossenes Stück geschmiedet; oder es wird der Kolbenkörper aus Metall oder Gusseisen in letztgedachter Form gegossen, oder endlich, es wird eine Scheibe mit der Kolbenstangen-Nabe aus einem Stück geschmiedet, auf die zweite Seite der Nabe eine schmiedeiserne Platte angenietet, und an der Peripherie des Kolbenkörpers ein gusseiserner Ring mittelst durchgehender Nieten zwischen die beiden Kolbenplatten befestigt.

3. Statt zwei Dichtungsringen wird nur ein einziger angewendet. Die Erfahrungen, welche bis jetzt gemacht wurden, sprechen allgemein zu Gunsten dieser Kolbenconstruction; ja man will sogar eine Kohlenersparniss damit erzielt haben. Uebelstände haben sich in zwei Richtungen gezeigt; erstens schlagen sich die Nuthen in den schmiedeisernen Kolbenkörpern aus, zweitens verlieren die Dichtungsringe ihre Spannkraft. Dem erstern Uebelstande suchte man durch Anwendung gegossener Kolbenkörper, oder schmiedeiserner mit Gusseinsätzen zu begegnen, und es ist anzunehmen, dass dadurch der genannte Uebelstand nahezu beseitigt wird.

Um ein längeres Dichthalten des Kolbens zu erzielen, geben einzelne Ingenieure hinter den gusseisernen Dichtungsring eine Federung aus Stahl, mitunter wird ein kurzes Federblatt, welches in der Mitte an den Kolbenkörper befestigt ist, und sich beiderseits gegen die offenen Federn des Federringes stemmt, beigegeben. Es ist übrigens sehr einfach, den gusseisernen Dichtungsringen durch Hämmern an der innern Peripherie immer wieder die gewünschte Spannung zu geben. Anstatt die Ringe zu hämmern, spannt Herr Director Haswell dieselben in einem Futter auf die Drehbank, drückt mit dem Support einen Polirstahl gegen die innere Peripherie, und lässt den Ring einigemal herumlaufen, und erreicht damit den Zweck sicherer und vollkommener, da beim Hämmern die Ringe leicht windschief geschlagen werden.

Aus allem diesem resultirt, dass die Nachtheile beinahe verschwinden, und dass diese Dampfkolben ohne Zweifel immer häufiger Anwendung finden werden

Wochenversammlung am 28. December 1861.

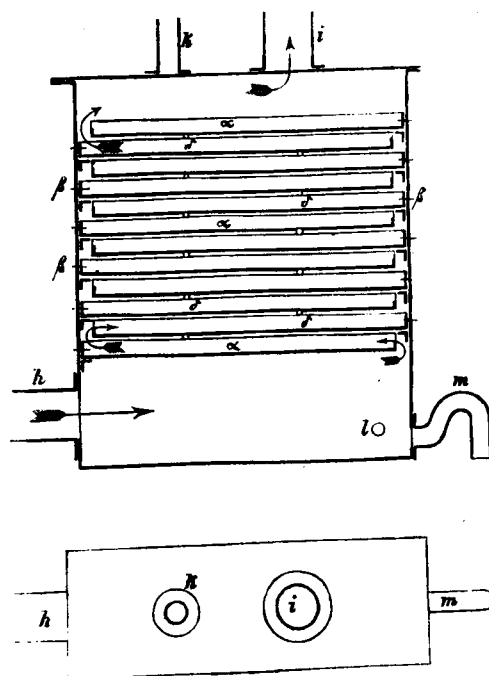
Vorsitzender: Der Vorsteher-Stellvertreter Herr k. k. Sectionsrath P. Rittinger.

Herr Sectionsrath P. Rittinger theilte mehrere technische Notizen mit, und zwar über den Winiwarther'schen Condensator, den Fromont'schen Control-Probirhahn und eine Umsteuerung mit variabler Expansion.

Ein Winiwarther'scher Condensator, besser Vorwärmer genannt, wurde am Lillschacht bei Příbram für zwei Maschinen, deren eine zur Wasserhaltung, die andere zur Förderung dient, etwas anders ausgeführt als derselbe in der Zeitschrift des österr. Ingenieur-Vereins vom Jahre 1858, Taf. 8, dargestellt ist. Auf nebenstehender Skizze Fig. 1 bedeutet:

- $\alpha$  die Blechschüsseln,
- $\beta$  die Befestigungsschrauben,
- $\delta$  die Tragschrauben,
- $h$  das Dampfströmungsrohr,

Fig. 1.



$i$  das Dampfströmungsrohr,

$h$  den Condensationswasserzulauf,

$i$  den Abfluss des condensirten Wassers in den Vorwärmer,

$m$  den Abfluss des condensirten Ueberwassers ins Bassin.

Der Dampf strömt von unten nach oben in der Richtung der Pfeile dem Wasser entgegen, damit er allmählig und nicht auf einmal condensirt werde. Schwimmer und Wasserströmungsregulirhahn werden am Lillschacht nicht benötigt, denn das Wasser muss ohnedem gehoben werden und das Ueberflüssige fliesst bei  $m$  regelmässig in das Bassin ab. Die Schrauben  $\delta$  stellten sich als sehr nothwendig heraus, denn bei raschem Gange der Fördermaschine würde der Dampf den ganzen Kasten aus einander treiben.

Für die Wasserhaltungsdampfmaschine allein ist dieser Condensator bei vier bis fünf Wechselln derselben vollkommen hinreichend, man sieht nie Dampf beim Abstossrohr entweichen; wenn aber die Wasserhaltungsmaschine drei Hube macht, und dabei die Fördermaschine etwas rasch geht, dann reicht er nicht mehr aus. Im ersteren Falle wird der Kasten nur bis zur dritten Schüssel herauf heiss und bleibt oben kühl; geht aber die Fördermaschine, dann wird er allmählig ganz heiss, und es strömt Dampf ab. Es wäre interessant, versuchsweise den ganzen Apparat noch einmal so hoch zu machen, und die Schüsseln weiter von einander zu geben es lässt sich erwarten, dass dann auch beim Gange der Fördermaschine eine vollkommene Condensation erfolgen würde, obwohl es immer schwer ist, bei rasch gehenden Maschinen den Dampf vollkommen zu condensiren, während dies bei einfach wirkenden Maschinen sehr leicht gelingt.

Der Control-Probirhahn vom Ingenieur Fromont in Belgien, beschrieben in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Band V, Heft 11, 1861, hat die aus Fig. 2 ersichtliche Einrichtung:  $a$  Rohr mit Hahn  $b$ ,  $c$  Führung und  $d$  Stopfbüchse für das Rohr  $a$ ,  $e$  Kesselwand,  $f$  feste Zahnstange,  $g$  Rahmen am Rohr  $a$  befestigt, auf dem ein Zahnrad mit Kurbel  $h$  angebracht ist. Bei Drehung des Rades  $h$  verschiebt sich der Rahmen  $g$  sammt dem Rohre  $a$  längs der festen Zahnstange  $f$ .

Bewegt man das Rohr  $a$  mittelst  $h$  so lange abwärts, bis durch den geöffneten Hahn  $b$  nicht mehr Dampf, sondern Wasser ausströmt, so ist dieses ein Beweis, dass das untere Ende des Rohres  $a$  eben den Wasserspiegel erreicht hat. An einer an der Zahnstange  $f$  angebrachten Theilung zeigt die untere Kante des Rahmens  $g$  den Wasserstand.

Eine Umsteuerung mit variabler Expansion war bei der Industrieausstellung zu Metz ausgestellt, und ist von Helmholtz in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Band V, Heft 11, 1861, beschrieben. Es ist auf der Skizze Fig. 3:  $a$  die Kurbelwelle der Dampfmaschine,  $b$  ein Kegelrad fest auf  $a$ ,  $c$  ein Kegelrad drehbar um einen Zapfen am unteren Ende des Hebels  $d$ , welcher selbst wieder um die Welle  $a$  drehbar ist,  $e$  ein Kegelrad um die Welle  $a$  drehbar und mit dem Schieberexcent-



trik  $f$  aus einem Stück gegossen; die Stellringe  $gg$  hindern die seitliche Verschiebung des Theiles  $ef$ . Es sei nun  $\delta$  der Voreilungswinkel; wird der Hebel  $d$  um  $90^\circ - \delta$  gedreht, so dreht sich das Kegelrad  $e$  sammt Excentrik  $f$  um  $180^\circ - 2\delta$  gegen die Welle  $a$ , und die Maschine ist umgesteuert.

Zwischenstellungen des Hebels entsprechen verschiedenen Expansionsgraden. Es wird also die Steuerung mittelst eines einzigen Excenters bewerkstelliget, und es kann die Umsteuerung auch während des Ganges der Maschine stattfinden.

Bei der Discussion über diese Umsteuerung ergab es sich, dass dieselbe von dem zufällig anwesenden Ingenieur der priv. österr. Staats-eisenbahngesellschaft Herrn Max Herrmann, erfunden und schon vor langer Zeit bei einer Maschine des Steinkohlenwerkes Szekul im Banate ausgeführt worden war.

Herr Maschinenfabrikant Carl Pfaff hielt darauf einen sehr anziehenden Vortrag über eine von ihm kürzlich ausgeführte Bretsäge, welcher leider wegen der grossen Menge der zum Verständniss nothwendigen Details und Zeichnungen nicht auszugsweise wiedergegeben werden kann, aus welchem Grunde auch allgemein der Wunsch ausgesprochen wurde, dass Herr C. Pfaff seine Mittheilung ausführlich veröffentlichen möge.

Fig. 2.

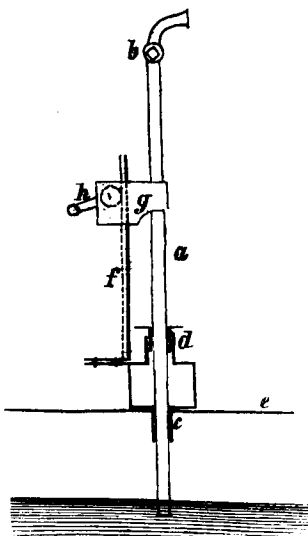
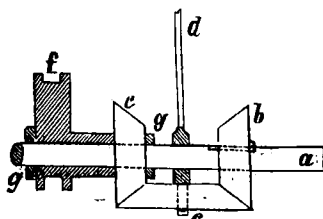


Fig. 3.



Versammlung der Abtheilung für Berg- und Hüttenwesen am 8. Jänner 1862.  
Vorsitzender: Der Vorsteher-Stellvertreter Herr k. k. Sectionsrath P. Rittinger.

Vereins-Secretär F. M. Friese legte die eben erschienene „geognostische Karte der Nord-Karpathen in Schlesien und den angrenzenden Theilen von Mähren und Galizien“ von L. Hohenegger, Director der erzherzoglichen Eisenwerke etc. in Teschen, zur Ansicht vor, indem er zugleich den hohen, nicht bloss theoretischen sondern auch practischen Werth derselben in Kurzem besprach.

Diese bei Perthes in Gotha erschienene Karte ist nämlich nur ein kleiner Auszug aus der grossen geognostischen Detailkarte in 20 Blättern (im Maassstabe von 400 Klafter auf den Zoll), deren Herstellung Director Hohenegger bekanntlich zu dem Zwecke unternahm, um den erzherzoglichen Eisenwerken im Teschner Gebiete, deren Fortbestand durch vermeintlichen Erz-mangel gefährdet war, Hilfe zu bringen.

Diese Absicht ist auch in der erfreulichsten Weise erreicht worden. Der früher planlose Bergbau wird gegenwärtig mit der grössten Sicherheit geführt; in vielen ehemals für erzlos gehaltenen Gegenden wurden neue Flützüge aufgeschlossen, und die noch vor wenigen Jahren von den tüchtigsten Fachmännern ausgesprochene Besorgniss einer baldigen Erschöpfung der dortigen Eisenstein-Gruben ist nun in weite Ferne gerückt.

Zugleich mit dem Bergbau hat aber auch die Landwirthschaft durch diese geognostischen Forschungen wesentlichen Vortheil erlangt. Während die Schürfungen früher planlos in Wäldern und Feldern herumwühlten, und den Bauern häufig die Aecker zerstörten, ohne einen Erfolg zu erzielen, oder in günstigeren Fällen um einige nur ganz kurz andauernde Erzlager aufzufinden, wird gegenwärtig nur mehr in solchen Schieferen und Sandsteinen eingeschlagen, wo das Gelingen sicher ist und Land- und Waldbau möglichst geschont werden.

Ein weiterer namhafter Gewinn wurde beim Hüttenwesen erreicht. Da sich die Erze aller dortigen Formationen ähnlich sehen, so wurden sie früher bei den Hochöfen meist nach Gemeinden geordnet und verschmolzen, und da ein Hochofen oft von mehr als hundert

Gemeinden Erze verschmolzt, so geschah meistens eine ganz planlose Vermischung, welche dem rationellen Ofenbetriebe sehr hinderlich war. Hohenegger's Forschungen zeigten, dass die chemischen und mechanischen Bestandtheile der Erze der Hauptsache nach in verschiedenen geologischen Formationen verschieden sind, in gleichen Formationen aber ziemlich constant bleiben. So hat sich ergeben, dass die Sphärosiderite des Neocomien im Durchschnitte 20% Kalk mit etwas Thon und Sand enthalten, während die Sphärosiderite des Aptien keine Spur von Kalk besitzen, und im wesentlichen Quarzsand als Beimengung, die Sphärosiderite der Eocäne dagegen wenig Kalk und Quarz, sondern meistens Thon als Beimengung führen.

Auf Grundlage der geologischen Kenntniss der Formationen ist es nun möglich geworden, bei den Hochöfen mit wenig Umständen und Opfern rationelle metallurgische Beschickungen herzustellen.

Endlich ist auch der mit der geognostischen Untersuchung verknüpfte weitere Zweck, die Heranbildung eines tüchtigen untern Leitungspersonales für den Bergbau, vollständig erreicht worden. Die von Director Hohenegger eingeschulten jungen Bergleute leisten nicht bloss beim Grubenbetriebe, sondern selbst bei der Leitung der dortiges immerhin schwierigen und wichtigen Schürfungen vorzügliche Dienste, und Hohenegger, welcher fremde Verdienste jederzeit gerne anerkennt, erwähnt unter diesen seinen Schülern namentlich den nunmehrigen erzherzoglichen Schichtmeister Cornelius Fallaux mit dem Beifügen, dass ihm derselbe bei Ausarbeitung und Vollendung der geognostischen Karte eine sehr werthvolle Stütze geworden sei.

Bei diesen Erfolgen kann der Werth der Hohenegger'schen Karte kaum hoch genug angeschlagen werden. In wissenschaftlicher Beziehung ist durch dieselbe ein vor kurzem noch beinahe unbekanntes Gebiet bis ins Detail aufgeklärt worden, und in practischer Hinsicht erscheint nunmehr der Fortbestand und die fernere Entwicklung der im Teschner Kreise befindlichen Eisenwerke, und mit diesen auch der Wohlstand der dortigen zahlreichen Bevölkerung gesichert.

Diese Karte ist daher ein neuer lebendiger Beweis, wie wohlthätige und eingreifende Hülfe der Bergbau von der Geognosie zu erwarten habe, sobald sich diese mit der practischen Bergmanns-Erfahrung zu einem Zwecke verbindet.

Allein die wohlthätigen Folgen dieser Karte werden sich nicht bloss auf das Teschner Gebiet beschränken. Auf dem weiten Zuge der Nord-Karpathen gegen Osten finden sich mehrere Eisenwerke, welche unter ganz ähnlichen Verhältnissen wie jene im Teschner Gebiete arbeiten, mit ihren armen Sphärosideriten aber die umliegenden ungeheuren Holzvorräthe nur zum geringsten Theile zu verwerten wissen, und meistens einen höchst armseligen Betrieb führen. Durch Hohenegger's Resultate ist nun die Möglichkeit begründet und der Weg vorgezeichnet, die Eisenindustrie auch im östlichen Galizien auf eine höhere Stufe zu erheben, und zugleich die elende Lage der dortigen Bevölkerung zu verbessern. Die im Teschner Gebiete gewonnenen Erfahrungen über das Verhalten der Sphärosiderite in den Nordkarpathen, und die dort im Bergbau wie im Schürfen trefflich eingeübte Mannschaft dürften hiezu eben so verlässliche als leicht zugängliche Anhaltspuncte und Hilfsmittel bieten.

Der Herr Vorsitzende bemerkte hiezu, dass die geognostisch-montanistischen Arbeiten des Herrn Directors L. Hohenegger nicht bloss lokalen, sondern allgemeinen Werth besitzen, und dass er nur die Ansicht der gegenwärtigen Versammlung auszudrücken glaube, indem er dem Herrn Hohenegger hinsichtlich seiner eben so mühevollen als gemeinnützigen und erfolgreichen Arbeit die vollste Anerkennung ausspreche.

Vereins-Secretär F. M. Friese berichtete hierauf über den Umlauf technischer Fachzeitschriften bei auswärtigen bergmännischen Lesekreisen.

Die Theilnahme an dieser gemeinnützigen Einrichtung war im Jahre 1861 so lebhaft, dass sie für das laufende Jahr beinahe unverändert belassen wurde. Eine Neuerung fand nur in so fern statt, als von jedem Theilnehmer eines Lesekreises der Erlag eines Guldens für den Jahrgang 1862 gefordert wurde. Diese Maassregel erschien hauptsächlich deshalb notwendig, um fingirte Angaben grosser Theilnehmer-Zahlen zu verhindern, indem unter den sich bewerbenden Lesekreisen den zahlreicheren der Vorzug zuerkannt werden sollte.

Die Anzahl der umlaufenden Zeitschriften ist neuer auf 12 erhöht worden. Es sind folgende:

1. Berg- und hüttenmännische Zeitung,
2. Allgemeine berg- und hüttenmännische Zeitung,
3. Berggeist,
4. Neueste Erfindungen,
5. Oesterreichisches Gewerbeblatt,
6. Dingler's polyt. Journal,
7. Polytechnisches Centralblatt,
8. Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen in Preussen,
9. Bauliche Anlagen auf den Berg-, Hütten- und Salinenwerken in

Preussen,

10. Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure,
11. Mining journal.
12. Bulletin de la Société de l'industrie minérale.

Hiebei muss mit Dank bemerkt werden, dass Herr Dr. Fernand Stamm wieder wie im vorigen Jahre ein Exemplar seiner Zeitschrift „Neueste Erfindungen“ als Geschenk für diesen Zweck widmet. Vereins Secretär Friesse stellt den „Berggeist“ zur Verfügung.

Die Anzahl der Lesekreise, welche sich um die Theilnahme an dem Zeitschriftenumlauf bewarben, stieg auf 10, wovon jedoch mit Rücksicht auf die in der Kundmachung enthaltenen Bestimmungen nur 6, zusammen mit 88 Theilnehmern, angenommen werden konnten. Im verflossenen Jahre hatten sich 6 Lesekreise gemeldet, von welchen 4, zusammen mit 76 Theilnehmern, angenommen wurden. Die heuer theilnehmenden Lesekreise bestehen an folgenden Orten:

1. zu Aussig, mit 10 Theilnehmern, vertreten durch Hrn. C. G. Müller, Paraffin-Fabrikant;
2. zu Teschen, mit 17 Theilnehmern, vertreten durch Hrn. L. Hohenegger, erzherzogl. Eisenwerks-Director;
3. zu Leoben, mit 20 Theilnehmern, vertreten durch Herrn k. k. Sectionsrath P. Tunner;
4. zu Hallein, mit 9 Theilnehmern, vertreten durch Herrn k. k. Salinen-Verwalter A. v. Rehorowsky;
5. zu Schemnitz, mit 21 Theilnehmern, vertreten durch Herrn k. k. Pochwerks-Inspector Fr. Rauen;
6. zu Steierdorf, mit 12 Theilnehmern, vertreten durch Herrn Werksverwalter H. Wunderlich.

Die Versendung der Zeitschriften hat bereits am 1. Jänner 1861 begonnen.

Se. Exzellenz der Herr k. k. Sections-Chef Carl Freiherr von Scheuchensstuel hielt folgenden Vortrag über die Verwaltung des Aerarial-Montanwesens in Oesterreich.

Mein verehrter Freund Freiherr von Hingenau hat uns in den letzten zwei Wochen-Versammlungen in die bergmännischen Regionen Spaniens geleitet, und uns da ein mannigfaltiges Bild interessanter Erscheinungen unseres Faches gezeigt.

Erlauben Sie mir meine Herren, dass ich Sie wieder in unser liebes Vaterland zurückführe, und Ihnen hier eine gedrängte Uebersicht der ärarischen Montan-Verwaltung vorlege, wie selbe dem Staatsvoranschlage zum Grunde liegt, welcher sich in diesem Augenblicke in den Händen der beiden hohen Häuser des Reichsrathes befindet.

Ich glaube, dass dieser Besprechungs-Gegenstand ebenso das fachmännische, wie das allgemeine staatswirthschaftliche Interesse ansprechen dürfte — ersteres, weil der Fachmann daraus die technische Betriebs-thätigkeit überblicken und ihre Resultate combiniren kann; letzteres, weil jeder österreichische Staatsangehörige an diesem Montan-Staats-Eigen-thum mindestens mit  $\frac{1}{36.000.000}$  Antheile verantheilt ist.

Ich muss daher jedem österreichischen Staatsangehörigen das Recht zuerkennen, Aufschluss über die ihm unverständlich oder anstössig scheinenden Resultate dieses Zweiges der Verwaltung des Staats-Eigenthumes zu verlangen, und darüber Fragen zu stellen.

Ein maassgebendes, tadelndes oder lobendes Urtheil von vorne herein darüber zu fällen, dazu bedarf es aber einer fachmännischen Befähigung, ohne welche derlei Urtheile auf Irrwege gerathen müssen, und ihre Ziffern in unrichtiger Combination anstatt zu erläutern vielmehr verwirren.

Ein Herr „Parcus“ unterzog sich in einem vielgelesenen Blatte der Residenz dieser undankbaren Aufgabe, und erklärte rundweg, das Staats-Eigenthum sei in Oesterreich so schlecht verwaltet, dass es bei einem nur halbwegs rationellen Betriebe den 3—4fachen Ertrag liefern müsse. Insbesondere grell sei das Missverhältniss bei dem Berg- und Münz-

wesen, wo der Brutto-Ertrag 92 Millionen, die Regie-Kosten 90 Millionen, der Rein-Ertrag also nur 2 Millionen Gulden betrage, die Regie-Kosten daher nicht weniger als 97 Pct. des Brutto-Ertrages verschlingen.

Hierunter sei das Eisenwesen mit 20 $\frac{1}{2}$  Millionen Brutto-Einnahme und einem Ertrage von nur 490.000 fl., das Münzwesen mit 42 Millionen Brutto Ertrag und nur 840.000 fl. Rein-Ertrag; das Montan-Forstwesen mit 3.800.000 fl. Brutto-Einnahme und nur 39.000 fl. Rein-ertrag begriffen. Zum Schlusse bemerkt Herr Parcus, dass mehrere von ihm namentlich aufgeführte Bergbaue ohne Ertrag, ja mit Zubusse abschliessen, und schliesst damit, dass seine Ziffern deutlich sprechen, und seine Folgerungen daher keine „Phrasen“ seien.

Ich unternehme es nicht mit Herrn Parcus über seine Rechnungs-exempel auf dem Felde der Journalistik zu rechten; ihm scheinen Einnahmen und Ertrag, Rein-Ertrag und Abfuhrsfähigkeit, Ausgaben und Regie-Kosten gleichbedeutend; Capitals-Anlagen, Vermögens-Mehrung oder Minderung u. dgl. aber unbekannte Grössen zu sein; wir würden uns also doch nicht verstehen; hier aber im Kreise meiner verehrten Fachgenossen entrolle ich mit Vergnügen das Bild unseres montanistischen Voranschlages, weil ich überzeugt bin, richtig verstanden und in der Parallele mit der gleichartigen Privat-Industrie fachgemäss beurtheilt zu werden.

Indem ich über diese Abschweifung um Ihre Nachsicht bitte, schreite ich zur Hauptsache, und muss vor allem hervorheben, dass meine Quelle die höchst schätzenswerthe in finanzieller, volkswirthschaftlicher und statistischer Beziehung gleich interessante Denkschrift ist, welche unser verehrtes Mitglied Herr Ministerialrath Wisner mit seinem montanistischen Theile des Staatsvoranschlages demselben beigegeben hat.

Unter der Hauptabtheilung „Bedeckung“ erscheint im Staatsvoranschlage für das Jahr 1862, gegründet auf die wirklichen Betriebsausfälle des Anhalts-Jahres 1860, in dem Abschnitte III das Berg- und Münz-

wesen.

Das Bergwesen für sich allein zerfällt in folgende Unterabtheilungen

- I. Das Bergregale,
- II. Die Eisenwerke,
- III. Die Steinkohlenbaue,
- IV. Die anderen Montanwerke,
- V. Die Montanforste,
- VI. Die Montan-Domänen,
- VII. Die Directionsregie,

von welchen in dem Staatsvoranschlage für 1862 eine Einnahme von . . . . . 46.391.100 fl.  
von . . . . . 44.773.700 fl.  
eine Ausgabe von . . . . . 1.617.400 fl.  
daher ein hieraus abgeleiteter Ueberschuss von . . . . .  
eingetragen und im Detail entwickelt erscheint.

Dieses Resultat wäre nun freilich an und für sich ein sehr entmutthigendes, da der Gesamt-Ueberschuss kaum 1,7pCt. des ganzen Geldrevierements und kaum 3,4pCt. der Gesamt-Einnahmen darstellen würde.

Allein dies wäre eine sehr irriige Folgerung, denn Jedem von uns ist es ja bekannt, dass bei grossen Werkscomplexen, deren einzelne Betriebszweige sich auf Gewinn und Verlust abschliessen müssen, jeder derselben alle Rohstoffe, Materialien u. dgl., welche er von anderen Betriebszweigen desselben Werkscomplexes bezieht, oder an solche abgibt, zu Geld berechnen muss, ohne sie jedoch baar zahlen zu dürfen oder dafür baares Geld zu erhalten; es erfolgt zwischen diesen Betriebszweigen vielmehr die Ausgleichung im Rechnungswege. Es werden also bei dem ärarischen Montan-Complexen weder die vorangeschlagenen 46 Millionen wirklich baar eingenommen, noch die 44 Millionen wirklich baar ausgegeben; sondern die baaren Empfänge kommen nur bei an Private und nicht montanistische Staatskörperschaften verkauften Producten, die baaren Ausgaben nur bei von denselben erkauften Betriebsstoffen und Materialien, dann bei Arbeiterlöhnen, Besoldungen, Pensionen u. dgl. in wirkliche Ausführung.

Nach den in der bereits erwähnten Wisner'schen Denkschrift gelieferten Daten werden bei allen früher erwähnten montanistischen Verwaltungszweigen an baaren Empfängen nur 20.712.452 fl. eingehen und die baaren Ausgaben nur 19.083.087 fl. betragen. Hierauf bezogen würden sich die wirklichen baaren Ueberschüsse mit 1.659.365 fl. herausstellen, folglich 4,1pCt. des baaren Casserevierements von 39.825.539 oder auf 8pCt. der baaren Einnahmen berechnen.

Aber auch diese Rectification der Ueberschussprocente ist noch mangelhaft.

Aus der Zusammenstellung der Verläge und Abfuhren für das Jahr 1862 geht nämlich hervor, dass die Aerial-Montanwerke an die Münz-Aemter 4.871.600 fl. an Gold- und Silber-Metall zu leisten haben, wofür sie von der Staats-Central-Casse zur Einlösung von Privaten nur einen Verlag von 1.139.000 fl. in Gold- und Silbermünzen erhalten, für den Ueberschuss von 3.732.600 fl. aber Papier-Geld im Nominalwerthe annehmen müssen.

Wie schwer die Betriebszweige dadurch getroffen werden, weiss jeder Fachmann, da die Lohnserhöhungen und Anshüfen, so wie die Vertheuerung der Betriebsmaterialien wesentlich in dem leidigen Valuten-Curse ihren Grund haben.

Die Staats-Central-Casse gewinnt durch die erwähnte Metall-Abgabe reell die Curs-Differenz — die Betriebszweige verlieren dieselbe Grösse durch den Zwang, ihr edles Metall gegen Papiergeld im Nominalwerthe abgeben zu müssen, während sie es bei einem, jedem Privat-Bergwerksbesitzer gestatteten freien Verkaufe in effectiver Gold- und Silberwährung verwerthen könnten. Es ist also nur gerecht, wenn sich letztere diese Curs-Differenz ihrer Ueberschuss- oder Abfuhrsziffer zu Gute schreiben, und wenn man für dieses Jahr auch nur einen Durchschnitts-Curs von 130 annehmen will, so gewähren die Aerial-Montanwerke den Staatscassen schon einen realen Vortheil von 1.119.780 fl.; schlägt man diesen zu den bereits erwähnten Ueberschüssen von 1.659.365 fl., so resultirt eine effective Ueberschuss-Summe von 2.779.145 fl., welche 7 pCt. des gesammten baaren Casserevierements von 39.825.539 fl. und 13,4 Pct. der baaren Einnahmen von 20.742.452 fl. entspricht.

Wenn Sie dabei in Erwägung ziehen, wie vielfältig die Aerialen Montanwerke bei jeder Gelegenheit in Anspruch genommen werden, wo es sich um Förderung humanitärer und gemeinnütziger Zwecke handelt, wie schwer es denselben fällt, bei den einengenden Normen ihrer Administration mit jenen Artikeln, womit sie den allgemeinen Wettkampf der Concurrenz am Weltmarkte auszuhalten haben, doch ohne Verlust sich zu behaupten, so dürften Sie diese Resultate der Aerialen Verwaltung doch nicht so unbefriedigt lassen, wie unseren strengen Censor, Herrn Parcus, der alle unsere Ausgaben für einen Regie-Aufwand hält, und darüber Zetter ruft.

Diese Ausfälle dürften jedoch eine noch günstigere Beurtheilung in Anspruch nehmen, wenn jene Summen in Rechnung gezogen werden, welche auf neue Werkserweiterungen — bei den Bergbauen durch Schürfungen, durch Haupt-Aufschliessungs- und Lösungsstollen, durch Such- und Vorbereitungsbaue in den Gruben, durch Erweiterung und Vervollkommen der Aufbereitungswerkstätten, durch neue Fahr-, Wasserhebungs- und Wettermaschinen, durch neue Teich- und Canal-Anlagen; bei den Hütten durch Neubauten zur Betriebserweiterung, durch die erst im Versuchsstadium stehenden Extractions-Anlagen, durch Ausbreitung der Raffinir- und Appretirwerkstätten u. s. w.; endlich beim Bergregale durch Ablösung der Bergzehent-Bezugsrechte in Böhmen, Mähren und Schlesien, in dem Staatsvoranschläge enthalten sind, und welche bei den ungeheueren Fortschritten, welche unsere Montan-Industrie macht, nicht umgangen werden dürfen, wenn das Bergregale in seinem Ertrage rein gestellt, die Aerial-Betriebszweige aber von der Privat-Industrie nicht überflügelt, zum Stillstande, und dadurch zum Rückschritte in ihrem Betriebe wie in ihrer Ertragsfähigkeit verdammt werden sollen.

Doch dieser Aufwand gehört nicht in den Rechnungs-Abschluss bei dem Casse-Ueberschusse, sondern in jenen bei der Ertrags-Ermittlung, und ich erwähne diess hier nur für Herrn Parcus, der diesen Unterschied nicht zu kennen scheint.

Bei der Ermittlung des Ertrages einer Industrial-Unternehmung kommen nicht bloss die baaren Casse-Ueberschüsse (Abfuhren) in Rechnung, sondern es muss auch jener Aufwand dem Ertrage gutgehalten werden, welcher wegen Erweiterung des Real-Besitzstandes und der Betriebsanstalten jeder Kategorie, daher zur Erhöhung oder Erhaltung eines gewinnbringenden Etablissements für eine weitere Zukunft, mit einem Worte zur neuen Capitals-Anlage gemacht werden muss.

Es wird wohl keinem Fachmanne einfallen, einen solchen Aufwand der Balance jenes Betriebsjahres allein zur Last zu setzen, in welchem er gemacht werden muss; ja der Betrieb dieses laufenden Jahres erleidet schon dadurch einen bedeutenden Nachtheil, weil sehr häufig durch und wegen der neuen Bauführung der currente Betrieb mehr oder weniger gestört, momentan wohl ganz gehindert wird.

Die neue Capitals-Anlage wird also mit Fug und Recht der Ertrags-Balance zu Gute gerechnet.

Diese muss aber noch auf einen anderen Factor Rücksicht nehmen, nämlich auf die Vermehrung oder Verminderung des Werks-Vermögens, d. i. der Activen, der Materialien- und Producten-Vorräthe mit Schluss des betreffenden Betriebs-Jahres; es muss der Balance erstere zu Gute, letztere zur Last gebucht werden.

Die von mir erwähnte Wisner'sche Denkschrift weist für das Jahr 1862 einen Aufwand auf montanistische Capitalsanlage von 1.890.347 fl. und eine Vermehrung des Vermögens von 52.252 fl. nach, und schlägt man hiezu den von mir entwickelten wahren Casseüberschuss von . . . . .

2.779.145 fl.  
so ergeben sich 4.221.741 fl.

als wahrer Reinertrag aller Zweige der Montanverwaltung, was auf das gesammte Casse-Revierement von 39.825.539 fl. 10,6 pCt., auf die baaren Einnahmen von 20.742.452 fl. aber 20,3 pCt. beträgt.

Nun werden Sie mir aber hier zwei Einwendungen entgegensetzen, deren Begründung ich nicht bestreiten kann.

Sie werden erstens sagen: ja wenn dem Reinertrage die Capitalsanlagen zu Gute gehalten werden, so muss auch eine entsprechende Abschreibung (Amortisation) dieses Aufwandes wegen fortlaufender Verschlechterung der Gebäude, der Maschinen und sonstiger Anlagen, dann wegen Erschöpfung des unterirdischen Reichthums ersichtlich gemacht werden.

Wenn Sie jedoch berücksichtigen wollen, dass die Capitalseinnahmen für verkaufte Montan-Enttaeten nicht der montanistischen Cassegebarung — aus welcher sie doch mit ihrem baaren Gelde theils gegründet, theils erweitert und vervollkommen wurden — zu Gute kommen, sondern als ausserordentliche Einflüsse nur bei der Central-Staatscasse in Empfang erscheinen; wenn Sie erwägen, dass — wie die Denkschrift nachweist — auf diesem Wege nur in den Jahren 1854 bis 1860 ein Werth von 20.608.818 fl. für verkaufte Stammvermögen des Montanisticums in die Staatscassen floss, dass ausserdem dem Montanisticum in derselben Zeitperiode ein Theil seines Stammvermögens im Werthe von 14.941.120 fl. ohne Rechnungsguthaltung entzogen, und theils der Nationalbank, theils anderen Zweigen der Staatsverwaltung überantwortet wurde, so dürften Sie hierin eine genugsam namhafte Amortisation der montanistischen Capitalsanlagen finden, welche die Ueberschüsse so wie die Erträge ihrer Gebahrung von Jahr zu Jahr verminderte, und die Montanverwaltung von jeder percentualen fortlaufenden Amortisation des Anlagecapitals zu entheben geeignet ist.

Zweitens werden Sie mir einwenden: die Erträge des Bergregals tragen den Character einer Steuer an sich, sie können daher nicht als ein Factor der Aerialen Montanverwaltung in Betracht gezogen werden. Wird dieses aber auch zugegeben, so ändern sich die Reinertragsresultate doch nur wenig; es würden sich nämlich mit Hinweglassung des Bergregals

die baaren Montanempfangen auf 19.962.162 fl.  
die baaren Montan Ausgaben auf 18.608.615 fl.  
das gesammte baare Casserevierement auf 38.570.777 fl.

die rein montanistische Capitalsanlage aber auf 1.134.291 fl., der eigentlichen montanistische Casseüberschuss auf 1.353.547 fl., der mit Rücksicht auf die Abfuhr in edlen Metallen rectificirte Ueberschuss auf 2.473.327 fl.; hieraus aber der entwickelte montanistische Reinertrag (ohne das Bergregal) auf 3.659.870 fl., d. i. auf 9,4 pCt. des baaren Casserevierements, und auf 18,3 pCt. der baaren Einnahmen vermindern, ein Resultat, welches immerhin befriedigend genannt werden kann.

Ich bin jedoch mit meinen Einwendungen gegen die ausgewiesenen Montanertragsresultate noch nicht zu Ende. Es wird nämlich jedem Industriellen auffallen, dass bei dieser Bilanzirung weder Zinsen vom Anlage- noch solche vom Betriebscapitale in Anrechnung kamen.

Was nun die ersteren betrifft, so kommt zu erwähnen, dass das Stammvermögen des Montanisticums aus den vorigen Jahrhunderten stammt, sich durch die in die Staatscassen abgestatteten baaren — nach vielen Millionen zählenden — Erträge, und durch die Besitzabtretung ohne Entgeld — welche, wie ich bereits erwähnte, nur in den Jahren 1854 bis 1860 über 35 1/2 Millionen Gulden betrugen — mehr als vollständig amortisirt habe, vom amortisirten Stammcapitale aber eine Verzinsung nicht mehr gefordert werden könne.

Der Verzinsung des Betriebscapitals möchte ich aber durchaus nicht aus dem Wege gehen.

Die Wiener'sche Denkschrift stellt die Vorräthe an Rohstoffen, Ganz- und Halbproducten mit . . . . . 20.060.076 fl.  
dann an verschiedenen Materialien mit . . . . . 8.010.240 fl.  
zusammen mit 23.070.316 fl.

fest.

Hiezu rechne ich die halbe Summe der zu bedeckenden baaren Jahresauslagen (mit Ausschluss des Bergregals) mit 9.304.307 fl.  
Also ein Betriebscapital von 32.374.623 fl.

Ich nehme diese hohe Ziffer des baaren Betriebscapitals aus dem Grunde an, weil in der ersten Hälfte des Betriebsjahres der grösste Theil der Rohstoffe, des Brennmaterials und der Proviantfrüchte beigebracht werden müssen, während die Wintermonate dem Werkbetriebe sehr ungünstig sind, ja denselben vielfach geradezu hemmen, weshalb wenig producirt und verdient, doch aber viel Geld benöthigt wird.

Dieses durch die Vorräthe, den ständigen Casserest und die Verläge des ersten Semesters zu deckende Betriebscapital soll der Montanbetrieb mit 6 pCt. verzinsen, was auf den ermittelten Betriebsfond 1.942.477 fl. betragen würde.

Schlägt man diese Summe von dem mit Ausschluss des Bergregals nachgewiesenen montanistischen Reinertrage von 3.659.870 fl. ab, so reducirt sich dieser zwar auf 1.717.393 fl., er stellt aber immerhin eine reine Rente von  $4\frac{1}{2}$  pCt. des baaren Casserestvermögens, oder — was das maassgebende ist — von 8,6 pCt. der gesammten baaren Einnahme nach Abzug der Verzinsung des Betriebscapitals dar, oder mit anderen Worten: die Finanzverwaltung wird als 6 pCt. Zinsen des in der Montanindustrie schwebenden Betriebscapitals 1.942.477 fl. erhalten, ferner 1.134.291 auf neue Capitalsanlage verwenden, und 583.102 fl. als reines Superplus einziehen.

Ich überlasse es den verehrten Fachgenossen, diese Ausfälle in der Parallele mit der völlig freien und ungebundenen Privatindustrie zu beurtheilen, und die Vorwürfe des Herrn Parcus damit zu vergleichen.

Es erübrigt mir noch die Behauptungen in das Auge zu fassen, welche Herr Parcus über das ärarale Eisenwesen, über einige in Einbusse stehende Werke und über das Münzwesen zum Besten gibt.

Die in Aerarial-Regie betriebenen Staats-Eisenwerke bestehen aus:

- 40 Hochöfen,
- 9 Cupolöfen,
- 7 Flammenöfen,
- 115 Frischfeuer,
- 31 Puddlingsöfen,
- 30 Schweissöfen,
- 3 Stahl-Cementöfen,
- 2 Gussstahlöfen,
- 84 Streckhämmer,
- 7 Grob- und
- 16 Fein- und Blech-Walzenstrassen.

Nach den Ausfällen des Jahres 1860 und den Conjunctionen des Eisenverkehrs wird dieser Werkscomplex im Jahre 1862 aus 2.745.150 Ctr. Eisensteinen mit durchschnittlich 38 pCt. Halt 1.043.145 Ctr. Roh- und Gusseisen darstellen, und hievon 655.196 Ctr. auf die verschiedenen Sorten von Gusswaaren, Stabeisen, Rails, Blechen, dann allen Arten von Stahl verarbeiten.

Die gesammten in Rechnung gestellten Einnahmen des Aerarial-Eisenwerks-Complexes erscheinen im Staatsvoranschlage mit 19.324.812 fl. die Ausgaben mit . . . . . 18.723.341 fl.  
der Ueberschuss mit . . . . . 601.471 fl.  
nachgewiesen.

Dieses Casserestvermögen bezieht sich jedoch — wie ich bereits im Allgemeinen hervorzuheben die Ehre hatte — auf die Gegenrechnungen der einzelnen Verwaltungszweige unter sich, wo dieselben Rohstoffe und Producte durch Empfang- und Ausgabstellung von einem Werke zum andern mehrmals in Rechnung erscheinen, ohne eine Ausgleichung in baarem Gelde zu benöthigen.

Nach den Nachweisungen in der Wiener'schen Denkschrift betragen jedoch die wirklichen baaren Empfänge des äraralen Eisenwerkscomplexes nur . . . . . 7.605.810 fl.  
die baaren Ausgaben nur . . . . . 6.379.524 fl.  
der baare Ueberschuss daher 1.226.286 fl.

Es kann den Eisenwerken aber nicht dieser, sondern nur der aus der Gesamtrechnung resultirende Ueberschuss von 601.471 fl. zu Gute gerechnet werden, wovon die Ursache in den nicht baar beglichenen Gegenrechnungen mit anderen montanistischen Betriebszweigen liegt.

Von diesem Casserestüberschusse entfallen auf die baaren Casseresteinnahmen von 7.605.810 fl. 7,9 oder fast 8 pCt.

Wird zu diesem Ueberschusse von 601.471 fl. die neue Capitalsanlage von 402.435 fl. aus den bereits entwickelten Gründen zugeschlagen, von der Summe

= 1.003.906 fl. aber die Vermögensminderung mit 9.839 fl. in Abzug gebracht, so stellt sich ein Reinertrag von 994.067 fl. dar, welcher 13 pCt. des baaren Casserestempfanges beträgt.

Misslicher gestalten sich die Resultate, wenn man die Verzinsung des Betriebscapitals in Rechnung bringt, und hier müssen wir jenen Schattenpunkt berühren, welcher im gegenwärtigen Momente schwer auf der österreichischen Eisenindustrie lastet.

An und für sich schon beschweren umfangreiche Eisenwerke grosse Betriebscapitalien, weil eine lange Zeit dazu erforderlich ist, um die am Berge geförderten Eisensteine in Roheisen, dieses aber in Stabeisen und Stahl jeder Art zu verwandeln; hiezu kommt aber noch, dass die sehr gedrückten Verhältnisse des Eisenhandels die Aerarial-Eisenwerke — ungeachtet der theilweise namhaft restringirten Rohproduction — doch zur Ansammlung bedeutender Vorräthe nöthigten, welche ein grosses Capital repräsentiren, dessen Verzinsung bei weitem den grössten Theil des Reinertrages in Anspruch nimmt, während der vegetabilische Brennstoff, die meisten Materialien, so wie die Löhne und Besoldungen einen immer wachsenden Aufwand erfordern, wobei die auf das äusserste ermässigten Marktpreise aller Eisenartikel keine Möglichkeit gewähren, diese Lasten zu erleichtern, vielmehr allenthalben die längsten Zahlungsfristen zugestanden werden müssen.

Die Wiener'sche Denkschrift weist die Vorräthe an Rohstoffen, Roh-, Halb- und Ganzproducten bei den Aerarial-Eisenwerken mit 8.635.762 fl. an Betriebsmaterialien mit . . . . . 1.311.287 fl.  
also die Vorräthe insgesamt mit 9.947.049 fl. nach.

Rechnet man hiezu die Hälfte der zu bedeckenden baaren Jahresauslagen mit . . . . . 3.189.762 fl.  
so ergibt sich ein dormalen in der Aerarial-Eisenindustrie schwebendes Betriebscapital von . . . . . 13.136.811 fl.

Hält man diesem Capitale den ermittelten Reinertrag der Aerarial-Eisenwerke mit 994.067 fl. entgegen, so zeigt es sich, dass derselbe eben hinreicht um das Betriebscapital mit 7,56 pCt. zu verzinsen, höhere Erträge jedoch für das Verwaltungsjahr 1862 nicht in Aussicht zu stellen vermag.

Sind also die Betriebsresultate der Aerarial-Eisenwerke zwar nicht so armselig wie dies Herr Parcus andeutet, so kann man doch nicht verhehlen, dass sie im Augenblicke gedrückt dastehen, und dass die wenigen im Ertrage hervorragenden Eisenwerke nicht im Stande sind, die minder günstigen Ausfälle mehrerer fast an der Grenze der Einbusse stehenden zu paralysiren.

Es ist hier nicht der Platz, in die specielle Erörterung dieser minder günstigen Resultate und der problematischen Abhülfsmittel einzugehen; wohl aber dürfte es von Interesse sein, Ihnen, meine Herren, zu sagen, dass nach meinen Zusammenstellungen bei den ärar. Eisenwerken in der sechsjährigen Betriebsperiode 1855—60

17.300.594 Ctr. Eisensteine mit einem Durchschnittsalte von 36,4 % verschmolzen, daraus 6.299.032 „ Roh- und Gusseisen erzeugt, und in den Frisch- und Raffinirhütten 1.802.562 „ Herdfrischgut und 1.492.426 „ Flammenofen-Frischgut, endlich 2.107.447 „ Streck- und Walzgut in allen Sorten von Stabeisen und Stahl dargestellt wurden.

Auf Neubauten und Betriebserweiterungen jeder Art sind bei den Eisenwerken in dieser Periode 2.978.722 fl. verwendet und von allen Eisenwerken zusammen 10.211.102 fl. als Reinertrag des Betriebes nachgewiesen worden.

Die Aerarial-Eisenwerke haben mit den Fortschritten der Wissenschaft und Erfahrung dieser Industrie möglichst Schritt gehalten, sich

ansehnlich und zweckmässig erweitert, dürften sonach in volkswirtschaftlicher und finanzieller Beziehung einer Beachtung werth sein.

Was die von Hrn. Parcus beanstandeten Gold-, Silber- u. Kupferwerke Böckstein, Ranis, Zell, Mühlbach, Kitzbichel, Klausen, Pribram und Joachimsthal betrifft, so sind erstere vier schon lange zum Verkaufe bestimmt, aber bis nun nicht an Mann gebracht worden. Uebrigens stehen Böckstein und Rauris bei Zurechnung des Agio von Gold und Silber eigentlich nicht in Einbusse; Zell ist in der gänzlichen Auffassung begriffen, und Mühlbach mit dem kleinen Abgange von 1122 fl. wird denselben im Erfolge hoffentlich einbringen.

Kitzbichel hat nach den Daten der Denkschrift, sowie Klausen, einen kleinen Ertrag, der sich bei Guthaltung des Agio für ihr Silber noch erhöht.

Pribram weist einen Casse-Ueberschuss von 308.214 und einen Reinertrag von 560.629 fl. nach, welcher sich aber nach Gutschreibung des Agio pr. 375.075 fl. auf 935.704 fl. erhöht.

Joachimsthal hat endlich allerdings einen Cassa-Abgang von 45.891 fl., weist aber mit Berücksichtigung seiner Vermögensmehrung und Capitalanlagen einen Ertrag von 15.581 fl. nach, welchem von seiner Abfuhr an edlen Metallen noch 35.003 „ als Agio gut zu halten sind, daher 50.584 fl. als Ertrag angesehen werden dürfen.

Uebrigens ist Joachimsthal fortan noch im Aufschlusse seiner edlen Teufe begriffen, nach dessen Beendigung erst ein constanter Ertrag, jeden Falles aber bedeutende Silber-Ausbeuten zu erwarten stehen.

Dass ohne wie immer mit Opfern verbundene Vorbaue in anerkannt edle Gebirgsteile kein Bergbau eine Zukunft habe, weiss jeder Bergmann.

Somit gelange ich zum letzten der Angriffspunkte unseres Herrn Parcus, nämlich zu dem, dass die k. k. Münzämter bei einem Bruttoertrage von 42 Millionen Gulden gar nur einen Reinertrag von 840.000 fl. abwerfen.

Nach dem im Staatsvoranschlage einbezogenen Münzamt-Präliminare werden sämtliche Münzämter im Jahre 1862

|                             |
|-----------------------------|
| 6 Millionen Gulden in Gold, |
| 11 „ „ „ Silber,            |
| 2 „ „ „ Kupfer,             |

Zusammen 19 Millionen Gulden

ausmünzen und hiefür, sowie für einige Nebenproducte der Münzmanipulation, dann den Schlagsatz, 20.813.882 fl. einnehmen, davon aber nur 20.052.936 fl. ausgeben, also 760.946 fl. als Ueberschuss erübrigen.

Da die Münzämter nämlich ihre Gold- und Silbermünzen nicht ohne Gold- und Silbermaterialie erzeugen können, sondern letzteres erkaufen müssen, so sind die erwähnten 20 Millionen Einnahme kein Brutto-Ertrag, wie Hr. Parcus meint, sondern eine Brutto-Einnahme, wovon die Münzämter für Ankauf von Gold, Silber und Kupfer 19.172.000 fl. wieder ausgeben, 880.000 fl. für andere Münzwerkmaterialien, für Maschinen und Requisiten jeder Art und deren Erhaltung, für Brennmaterialien, Beleuchtung u. dgl., für Münzplattler-Erzeugung, endlich für Arbeitslöhne, Beamtengehälter, Pensionen, Provisionen, Transportkosten u. dgl. aufwenden, und endlich 760.900 fl. als reinen Casse-Ueberschuss in Abfuhr bringen.

Es berechnen sich also die gesammten Manipulations- und Regiekosten auf 4,2 pCt., die Casse-Ueberschüsse auf 3,7 pCt. der Gesamt-Empfänge, folglich die der Münzmanipulation eigentlich zur Last fallende Manipulations- und Regieauslage auf 880.000—760.900=119.100 fl., d. i. 0,57 pCt. der Gesamt-Einnahme, oder 0,64 pCt. der reinen Münzausprägung, gewiss ein sehr günstiges Resultat.

Ueberschüsse sollten bei den Münzämtern eigentlich gar nicht statt finden, da das Münzwesen wohl ein Monopol, aber nicht ein Besteuerungsfactor der Regierung, der Schlagsatz und der Einlösungsutzen daher nur gerade so bemessen sein sollen, um damit die Münzungsmanipulations- und Regiekosten zu decken.

Derlei Ueberschüsse kommen daher auch nur selten und in sehr variablen Grössen vor, was von dem wechselnden Verhältnisse der Kupfer- und Scheidemünzen- zur edlen Gold- und Silbermünzen-Prägung abhängt.

Wollten sich die Münzämter einen höheren Ertrag verschaffen, so könnte diess nur durch Erhöhung des Schlagsatzes geschehen; dies wäre aber eine indirecte Besteuerung der Bergwerke oder der Privat-Gold- und Silber-Einlösung; sie wäre in keinem Falle staatspolitisch, weil sie von der Einlieferung des edlen Metalles in die Aerial-Einlösung ab-

schrecken und die Finanzverwaltung zu dem auswärtigen Ankauf desselben — um jeden Preis — nöthigen würde.

Im Ganzen dürfte Ihnen, meine Herren, klar werden, dass die Beschuldigungen des Herrn Parcus bezüglich des Münzwesens ebenso total unrichtig als völlig unbegründet sind.

Ihnen aber, verehrte Fachgenossen, überlasse ich vertrauensvoll die Beurtheilung unserer montanistischen Aerial-Verwaltung, welche offen — ohne Rückhalt oder Versüssung der Wahrheit — vor Ihnen aufgerollt wurde.

Der Herr Vorsitzende dankte Sr. Excellenz im Namen der Versammlung für diese interessanten Mittheilungen, und ersuchte zugleich um die Erlaubniss, dieselben unverkürzt zu veröffentlichen, was auch von Sr. Excellenz bereitwilligst zugestanden wurde.

Herr Adolf Exeli, Controlor der k. k. Schwefelsäure-Fabrik bei Nussdorf, sprach über die Darstellung der Schwefelsäure beim Rösten der Kupfererze in Schachtöfen zu Ocker am Harze. Diese in Dingler's polytechn. Journal von 1859 von W. Knocke näher beschriebene Methode ist aus Nordengland entlehnt. Die kleinen Schachtöfen „Kilns“ sind abgestutzte vierseitige Pyramiden, oben 4' unten 2' weit, je 2 überwölbt, bis zum Gewölbe 6' 3" hoch, oben mit einer Eintrags-, unten mit zwei Ziehöffnungen auf entgegengesetzten Seiten, dann mit mehreren in verschiedenen Höhen befindlichen verschliessbaren Oeffnungen zum Lockern der Erze versehen. Für je 4 Oefen sind 2 Salpetercanäle zur Erzeugung der Salpetersäure aus Salpeter und Schwefelsäure durch die Ueberhitze der Oefen. — Es sind entweder 4 oder 8 Oefen zusammengelegt; von je 4 Oefen werden die Gase durch gusseiserne Röhren in die Bleikammern geleitet. Die einmal in Hitze befindlichen Oefen bedürfen weiter kein Brennmaterial, nur zum Anlassen derselben ist solches nöthig, und werden in dieser Periode die abgehenden Gase nicht in die Kammern geleitet. Für jedes System von 4 oder 8 Oefen bestehen drei Bleikammern u. z. eine kleinere Vor-, eine Haupt- und eine Bodenkammer. Dieselben sind von gewöhnlicher Construction; die Hauptkammer ist durch 2' hohe Bodenleisten in 2, 3 oder 4 Abtheilungen getheilt, um bei Reparaturen am Boden nicht die ganze Kammer entleeren zu müssen.

Die erhaltene Kammerensäure wird durch Schwefelwasserstoff gereinigt, indem man solches durch die auf 46° R. verdünnte und auf 60° R. erwärmte Säure durchleitet, bis eine milchige Trübung von sich ausscheidendem Schwefel erfolgt. Die so gereinigte Säure wird weiter in Bleipfannen auf 60° und dann im Platinkessel auf 66° R. concentrirt.

Im Jahre 1857 wurden in 16 Oefen durch 17 Arbeiter aus 7154 Scherben oder beiläufig 32.000 Ctr. kupferkieshaltigem Schwefelkiese 28.500 Ctr. Rohsäure von 48° (oder 17 100 Ctr. auf 66° reducirt) dargestellt, wovon 2620<sup>3</sup>/<sub>4</sub> Ctr. zum Verkauf und zum Verbrauch im Betriebe entnommen, und ausserdem durch Concentration 3283<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Ctr. 60°ger und 11.196 Ctr. 66°ger Säure erhalten wurden. Die übrigen Verhältnisse sind im benannten Aufsätze genau angegeben.

Nach dem im polytechn. Centralblatt, October 1861, kurz beschriebenen Verfahren der Darstellung der Schwefelsäure aus Kiesen in der Provinz Namur in Belgien wird dort der Schwefelkies in Stücken in Oefen mit Rost, jener in Schlichform in Muffelöfen geröstet. Doch röstet man jetzt auch die Schliche in Oefen mit Rost, indem man dieselben früher mit Theer und Häcksel zu Ziegeln formt.

Die Oefen mit Rost haben eine Rostfläche von 7 Meter Länge und 2 Meter Breite, 1,5 hoch überwölbt. In <sup>1</sup>/<sub>3</sub> sind die Roststäbe enger zur Aufnahme der kleineren Erzstücke. Ober dem Gewölbe sind 3 Aufgabetrichter und etwas über dem Rost mehrere Arbeitsthüren. Der Raum unter dem Rost ist 2 Meter hoch; die Gase werden durch einen gemauerten Canal abgeleitet. — Das Erz liegt 0,2 bis 0,3 hoch auf dem Rost. In 24 Stunden werden in 4—8 Chargen 2000 bis 3000 Kilogramm verröstet; das geröstete Erz wird zwischen den Roststäben durchgezogen oder durch mit Thon- oder Eisenplatten verschlossene in dem Rost befindliche Löcher in den untern Raum gebracht.

Die Muffelöfen, deren Sohle aus feuerfesten Thonplatten besteht, sind beiläufig 9 M. lang, 2,5 breit, 0,8 hoch, haben also etwa 25—30 Quadratmeter Fläche, und werden mit 3 Steinkohlenfeuerungen erhit. Die Röstpost wird von oben durch eine Lutte eingelassen. Mehrere Arbeitsöffnungen dienen zum Translociren des Erzes, welches schliesslich durch eine in der Sohle befindliche Oeffnung herabgestürzt wird. In 24 Stunden werden in 6—8 Chargen gegen 5000 Kgr. verröstet. Zur Erzeugung der

Salpetersäure werden in einer Erweiterung des Rostes gusseiserne Wagen mit Salpeter und Schwefelsäure gefüllt eingeschoben, oder sind zu diesem Behufe durchschnittene Cylinder daselbst fix eingemauert. Die schliesslich aus den Bleikammern, wovon gewöhnlich nur eine, oder auch eine kleine Vorkammer vorhanden ist, abgehenden Gase werden behufs der Condensation des  $\text{NO}_2$  durch einen mit Glaskugeln gefüllten Bleikasten geleitet, auf welche ununterbrochen concentrirte Schwefelsäure fliesst. Im Abzugsrohr sind Behufs Beobachtung der Farbe der abgehenden Gase Glasscheiben auf entgegengesetzten Seiten angebracht.

Die Concentration der 50°gen Kammersäure auf 60° geschieht in Bleipfannen, jene von 60° auf 66° in Glaskolben. Die vorgeschlagenen Verbesserungen sind: Mehrere und kleinere Röstöfen, jeder mit einem Salpeterwagen, höhere Schicht der Erzpost, gleichförmiger Strom von Salpetersäure aus einem ausserhalb befindlichen Apparat. — Die Muffelöfen scheinen keiner Verbesserung fähig, und wären wegen des kostspieligen Brennstoffs aufzugeben.

Zu Lukawitz in Böhmen werden nach einer brieflichen Mittheilung des dortigen Directors Hrn. Th. Woat zur Darstellung der Schwefelsäure aus Kiesen kleine Schachtöfen mit Rost angewendet. Dieselben sind 18 Zoll im Quadrat, vom Rost an  $3\frac{1}{2}$  hoch, in der Vorderwand oben mit einer Eintrags- unten mit einer Ziehöffnung versehen; beide verschliessbar.

Zu Anfang des Betriebes wird 15" über dem eigentlichen Rost ein provisorischer Rost gebildet durch Einlegen von etwa sechs 1" starken Eisenstangen, zu welchem Behufe in der Vorderwand ein eigener mit Ziegeln verschliessbarer Schlitz ausgespart ist.

Auf diesen Rost kommt 6" hoch Erz, während man auf dem untern Rost ein Holzfeuer anlegt, welches so lange unterhalten wird, bis sich orangerothe Flammen von brennendem Schwefel zeigen, worauf das Feuer abgeräumt, die Eisenstäbe herausgezogen und das brennende Erz auf den eigentlichen Rost herabgestürzt wird. Nun werden neue Chargen von etwa 40 Pfd. Erz nach und nach und möglichst gleichmässig aufgegeben. Ist der Ofen bis zur Eintragsöffnung voll, so wird eine Partie ausgebrannten Erzes ausgeräumt, was nach Massgabe des mehr oder weniger sinternden Erzes durch Eintreiben der erwähnten Eisenstäbe oder auch ohne weiters geschehen kann.

Je 2 Öfen haben einen gemeinschaftlichen gemauerten Gascanal, der die  $\text{SO}_2$  den Kammern zuführt. Die Salpetersäure wird in flüssiger Form in die Kammern gebracht. Aus 1 Cubicfuss oder 110—120 Pfd. Erz werden 113 Pfd. 66°ge Schwefelsäure erzeugt. — Die Brände werden zu Strassenschotter verwendet.

Herr Ministerialrath J. Kuderna'tsch theilte hiezu noch einige ergänzende Bemerkungen über das englische Verfahren mit.

Herr W. Mrázek, Probirer im k. k. Generalprobramte, hielt folgenden Vortrag über Arsenverbindungen im Stabeisen.

Dem k. k. Generalprobramte wurde von einem privatgewerkschaftlichen Puddlingswerke in Ungarn ein Stabeisen zur chemischen Untersuchung übergeben, welches den besonderen Uebelstand zeigte, dass es trotz der sorgfältigsten Behandlung nur sehr unvollkommen schweisbar war.

Die Analyse dieses Stabeisens ergab darin ausser 0,63 pCt. Kieselsäure, die wohl nur von der Eisenmasse sichtlich eingemengt war, Schlacke herrührt (es wurde ein Stück Millbar untersucht), folgende Mengen fremder Stoffe:

|            |             |
|------------|-------------|
| 0,055 pCt. | Kohlenstoff |
| Spur       | Schwefel    |
| Spur       | Kupfer      |
| 0,290 pCt. | Phosphor    |
| 0,375 "    | Arsen       |
| 0,017 "    | Kobalt      |
| 0,021 "    | Nickel.     |

Dieses Resultat erscheint nun einerseits wegen des bisher nur selten beobachteten Vorkommens von Arsen, Kobalt und Nickel im Stabeisen, andererseits aber darum von allgemeinerem Interesse, weil sich daraus Einiges zur Feststellung der Art des Einflusses des Arsens auf die Qualität des Eisens, worüber die Meinungen der Metallurgen noch verschieden sind, ableiten lässt.

Es leuchtet nämlich zuvörderst ein, dass die geringe Schweissbarkeit des untersuchten Eisens nicht etwa von einem zu grossen oder zu geringen Maasse von Entkohlung des Frischgutes herrühren könne, da es so-

wohl kohlenstoffärmere als auch reichere Stabeisensorten gilt, die sich gut schweissen lassen. Da ferner bei den Frischprocessen die Siliciumabscheidung im Allgemeinen mit der Entkohlung gleichen Schritt hält, so kann im vorliegenden Falle der durch die Analyse nicht für sich bestimmte Siliciumgehalt des Eisens, dem Kohlenstoffgehalte entsprechend, gleichfalls nur ein sehr geringer sein, wie solcher auch in gut schweisbaren Eisensorten sich findet. Die gesuchte Ursache kann natürlich auch nicht in den weiters nachgewiesenen Spuren von Schwefel und Kupfer liegen, da solche auch in den besten Stabeisensorten häufig angetroffen werden. Sie liegt eben so wenig in der Verunreinigung dieses Eisens mit Phosphor; denn die gefundene Menge Phosphor ist Karsten's Erfahrungen zufolge für sich allein keineswegs ausreichend, um überhaupt einen bemerkbaren Einfluss auf die Beschaffenheit des Eisens zu äussern: käme derselben aber dennoch schon ein gewisser Einfluss zu (wie denn der an diesem Eisen gleichzeitig wahrnehmbare Kaltbruch dafür zu sprechen scheint), so würde ein solcher aller Wahrscheinlichkeit nach eher von einer Beförderung der Schweissbarkeit begleitet sein.

Was aber die beiden Metalle Kobalt und Nickel betrifft, so stehen ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften denen des Eisens selbst so nahe, dass diese Metalle an und für sich und in so äusserst geringen Mengen, wie sie hier die Analyse aufweist, wohl keine wesentliche Umänderung der Eigenschaften des reinen Eisens zu bewirken im Stande sein dürften.

Es erübrigt demnach nur noch das Arsen als derjenige Stoff, dessen Einfluss die unvollkommene Schweissbarkeit des untersuchten Eisens zugeschrieben werden muss.

Für die Richtigkeit dieses Resultates der vorstehenden Schlussfolgerungen spricht übrigens eine (wenn auch nicht in neuere Werke übergegangene Stelle in Wehrle's Hüttenkunde, Bd. II, S. 23, welche es bereits in Form eines allgemeinen Erfahrungssatzes ausspricht, dass grössere Mengen von Arsen die Schweissbarkeit des Eisens vermindern. Erscheint nun durch alles Vorhergehende im gegenwärtigen Falle ein derartiger Einfluss des Arsens als Thatsache festgestellt, so kann hinwieder dieser Fall die allgemeine Angabe von Wehrle dahin determiniren, dass bereits bei 0,375% Arsen den Einfluss des letzteren sich äussere. —

Der Versuch einer physikalischen Erklärung dieser Wirkung des Arsens auf das Stabeisen dürfte hier nicht am unrechten Platze erscheinen.

Das Arsen kann im Stabeisen nur mit einem seiner eigenen Menge (nach irgend einem einfachen Atomenverhältniss) proportionalen Maximum von Eisen, (Kobalt, Nickel, Kupfer) zu der entsprechenden Menge eines Eisen- (Kobalt-, Nickel-, Kupfer-) Subarseniets chemisch verbunden sein. Diese Arsenverbindungen sind mit der überschüssigen Masse reinen Eisens nur mechanisch gemengt; sie sind aber im Unterschiede von diesem in der Schweisshitze leichtflüssig, nach dem Erkalten spröde. Wenn nun von dem analysirten Stabeisen berichtet wird, dass beim Zusammenschmieden zweier weissglühenden Stücke desselben diese wie schlüpfrig über einander gleiten, endlich aneinander haften, nach dem Erkalten jedoch an der Schweissungsfläche bei einem stärkeren Schlage auseinander springen, so kann man sich aus dem zuvor Gesagten den inneren Vorgang aller dieser Erscheinungen in folgender Weise erklären.

Die bei Weissglühhitze leichtflüssigen Arsenverbindungen haften an den Oberflächen der unschmelzbaren Eisenkrystalle des Stabeisens (wenn auch nicht an allen so doch an zahlreichen Punkten) in ähnlicher Weise, wie auch auf nassem Wege Theilchen der Mutterlauge den daraus sich ausscheidenden Krystallen anhängen. Hiedurch wird natürlich der zur Schweissung des Eisens nothwendige unmittelbare Contact der blanken Eisenflächen zum grossen Theil verhindert, sowie die schlüpfrige Beschaffenheit der Eisenoberflächen bewirkt.

Beim Nachlassen der Hitze erstarren diese flüssigen Theilchen und bewirken nunmehr gleichsam als Loth in Gemeinschaft mit den wirklich aneinander geschweissten Punkten den Zusammenhalt der beiden Stabeisstücke.

Dieses Loth ist aber im starren Zustande spröde; es zerfällt daher beim Daraufschlagen und es ist klar, dass dann das Aneinanderhaften oder aber Auseinanderspringen der beiden Eisenstücke nur von der grösseren oder geringeren Anzahl der wirklich in wechselseitige unmittelbare Berührung gelangten lothfreien Punkte desselben abhängig ist.



Die wirkliche Existenz solcher Arsenverbindungen in dem untersuchten Stabeisen wurde durch Auflösen des letzteren in verdünnter Salzsäure direct nachgewiesen, indem dieselben hiebei als schwarzes Pulver zurückbleiben, in welchem neben der gesammten Menge von Kobalt, Nickel und Kupfer, dann einer gewissen Menge Eisen das gesammte Arsen (nebst fast allem Phosphor) vorgefunden wurde, ganz in Uebereinstimmung mit der chemischen Erfahrung, wonach wohl das reine Eisen, Kobalt und Nickel, nicht aber deren Arsenverbindungen in verdünnter Salzsäure löslich sind.

Noch mag über den an dem analysirten Eisen gleichzeitig wahrnehmbaren Kaltbruch Einiges kurz bemerkt werden. Wie schon im früheren erwähnt wurde erscheint die gefundene Menge Phosphor nicht hinreichend, um für sich allein eine bemerkbare Wirkung auf das Ganze hervorzubringen. Bei den vielen chemischen Analogien zwischen Phosphor und Arsen liegt aber die Vermuthung nahe, dass dem Arsen ausser der bisher betrachteten auch noch die Eigenschaft zukommen möchte, ähnlich wie der Phosphor das Eisen kaltbrüchig zu machen.

Da dies nun durch wirkliche Versuche von Berzelius und Garvey bestätigt gefunden wurde, so kann man fast mit Sicherheit annehmen, dass im vorliegenden Falle die beiden an und für sich geringen Mengen von Phosphor und Arsen sich in ihren Wirkungen summirt haben, um gemeinschaftlich den Kaltbruch des Eisens zu bewirken.

Am Schlusse dieses Vortrages entwickelte Herr Mrázek noch in Kürze die theoretischen Grundsätze eines von ihm aus Anlass dieses Falles vorgeschlagenen eigenthümlichen Verfahrens, nach welchem überhaupt alle schädlichen Stoffe electronegativer Natur, die ein zu verpuddelndes Roheisen enthalten kann, wie Schwefel, Phosphor, Arsen, Antimon u. dgl. m. ebensogut beseitigt werden sollen, als dies nach dem gewöhnlichen Verfahren eben nur beim Kohlenstoff und Silicium der Fall ist.

Von der allgemein anerkannten Thatsache ausgehend, dass es hauptsächlich der an Eisen gebundene Sauerstoff ist, welcher während des Frischens die Oxydation der electronegativen Bestandtheile des Roheisens vermittelt, schreibt er die Indifferenz des Schwefel-, Phosphor- und Arseneisens gegen das hinsichtlich des Kohlenstoff- und Siliciumeisens so wirksame Sauerstoffeisen einem Gleichgewicht reciproker Affinitäten zu, demzufolge die Umsetzung jener Eisenverbindungen mit dem Sauerstoffeisen zu Eisenmetall und den Oxyden des Schwefels, Phosphors und Arsens nicht vor sich gehen kann, weil die Producte dieser Zerlegung wieder aufeinander zurückwirken und den status quo ante wieder herstellen müssten.

Um nun einem solchen Zustand der Indifferenz der besagten Eisenverbindungen vorzubeugen und ihn in kräftige Affinität zum Sauerstoff zu verwandeln, wäre dem Sauerstoffeisen eine energische chemische Base beizugeben, welche auf die electronegativen Bestandtheile dieser Eisenverbindungen prädisponirend wirken würde, mit dem ihnen zu Gebote stehenden Sauerstoff zu den entsprechenden Säuren zusammen zu treten, welche im Zustand ihrer Entstehung sogleich durch die Base gebunden und gegen die vorhandenen reducirenden Einflüsse geschützt werden möchten.

Diese Base sollte aber in der Hitze des Puddelofens leichtflüssig sein, um überhaupt zu einer chemischen Einwirkung zu gelangen, oder doch damit diese wesentlich befördert würde. Aetzendes oder kohlen-saures Alkali würde natürlich allen Bedingungen entsprechen, aber für diesen Zweck zu kostspielig sein.

Eine innige Mischung von 3 Theilen Kochsalz und 2 Theilen reinstem Kalkstein, welche fast ebenso leicht schmelzbar und kräftig chemisch wirksam ist, wie ein Alkali, dürfte als wohlfeiles Surrogat des letzteren ganz gut den Zweck erfüllen.

Die Mittheilung der Einzelheiten des betreffenden Puddelverfahrens behielt sich der Herr Sprecher für eine spätere Gelegenheit vor, bis nämlich die bereits veranlassten practischen Versuche im Grossen ihr Wort gesprochen haben würden; die Idee selbst aber jetzt schon öffentlich mitzutheilen, ward Herr Sprecher veranlasst durch eine ihm erst an demselben Tage in die Hände gelangte kurze Notiz in der Freiburger berg- und hüttenm. Zeitung 1861, Nr. 51, wonach die gleichen Reinigungsmittel, wie sie Herr Sprecher ganz selbstständig auf theoretischem Wege fand, in Belgien bereits im vorigen Jahre mit dem besten Erfolge

in Anwendung gebracht worden sind. Nur nahm man dort im ersten Stadium des Rührens ausser Eisenoxyd, Kalkstein und Kochsalz noch Pfeifenthon, dessen Zusatz jedoch in den weiteren Stadien wegfiel.

## Literaturbericht.

Lehre vom Hochbau. — Ein Compendium für Vorlesungen und zum Selbstunterrichte von Emanuel Ringhoffer, ord. öffentlicher Professor an der k. k. techn. Lehr-Anstalt in Brünn. Brünn 1862 bei Buschak und Irrgang.

Eine blosse Durchsicht des Inhaltsverzeichnisses dieses Werkes lässt schon auf den ersten Blick ersehen, dass in diesem Werke alles enthalten ist, was nur immer zum vollständigsten Unterricht im Hochbau erforderlich ist.

Bei der Durchlesung selber wird man gewiss keinen Gegenstand des weiten Gebietes dieser Kunst und Wissenschaft finden, der nicht seinen Platz erhalten hätte, oder unbesprochen geblieben wäre.

Dass übrigens in einem Compendium von weniger als 300 Quartseiten jeder der vielen Gegenstände nur in gedrängter Kürze und Vieles nur in den Hauptpuncten berührt werden konnte, ist wohl selbstverständlich.

Bei der Unmöglichkeit ein Werk über Hochbauten in der Art zu schreiben, dass alle möglichen durch die Baumaterialien, die örtliche Lage, die Gesellschaftsbedürfnisse und auch die verschiedenen Gesetzgebungen bestimmten Verhältnisse berücksichtigt sind, muss sich jedes derartige Werk, man könnte sagen, an ein bestimmtes Vaterland halten.

Das gegenwärtige Werk lehnt sich in dieser Rücksicht naturgemäss an die Wiener Bauweise an, welche sich wohl so ziemlich über einen grossen Theil der österreichischen Monarchie nach und nach, bald mehr, bald weniger glücklich verbreitet hat, und unterscheidet sich dadurch in den speciellen Constructionsweisen characteristisch von anderen, zum Beispiel von norddeutschen, französischen, englischen und anderen Werken.

Es kann dieses jedem Vaterlandsfreunde nur erfreulich sein, weil dadurch die Wiener Bauweise, welche ungeachtet mancher ihr noch anhängender überflüssiger Schwerfälligkeit doch auch unläugbar viele und sehr schätzbare Vortheile besitzt, welche jedenfalls erhalten zu werden verdienen, und daher um keinen Preis leichtsinnig hintangegeben werden sollen, mehr und mehr verbreitet, und die Ausbildung derselben gefördert wird. Wir erinnern hierbei nur an unsere verhältnissmässig grosse Feuersicherheit, und an das geringe Durchdringen des Sprechers in den Zimmern, welches in vielen Städten Deutschlands, in Belgien, Italien und England, für den Fremden ungemein belästigend erscheint.

Der angehende Maurermeister, Zimmermeister, Steinmetzmeister wird in diesem Werke alles finden, was für denselben nothwendig und von Interesse ist.

Dass die schöne Baukunst und die verschiedenen Stile eben nur angedeutet und nicht förmlich gelehrt werden können, braucht wohl nicht besonders erwähnt zu werden. Eines wäre hierbei ungeachtet aller Kürze aber doch sehr wünschenswerth gewesen und wird bei erneuerter Auflage auch gewiss nicht unberücksichtigt bleiben, nämlich die Illustration eines jeden Baustiles durch die bildliche Darstellung eines Gebäudes, in welchem derselbe möglichst streng zum Ausdrucke gelangt, indem dieses nicht bloss der kürzeste, sondern wohl auch der einzige Weg ist, den Leser gut zu belehren.

Im Uebrigen sind die beigegebenen Kupfertafeln (aus Förster's Anstalt) von schöner und correcter Zeichnung und in einem für die Ausführung genügend grossen Maassstab dargestellt; Druck und Papier sind schön, und das Ganze muss als eine sehr erfreuliche Erscheinung in der österreichischen Literatur bezeichnet werden.

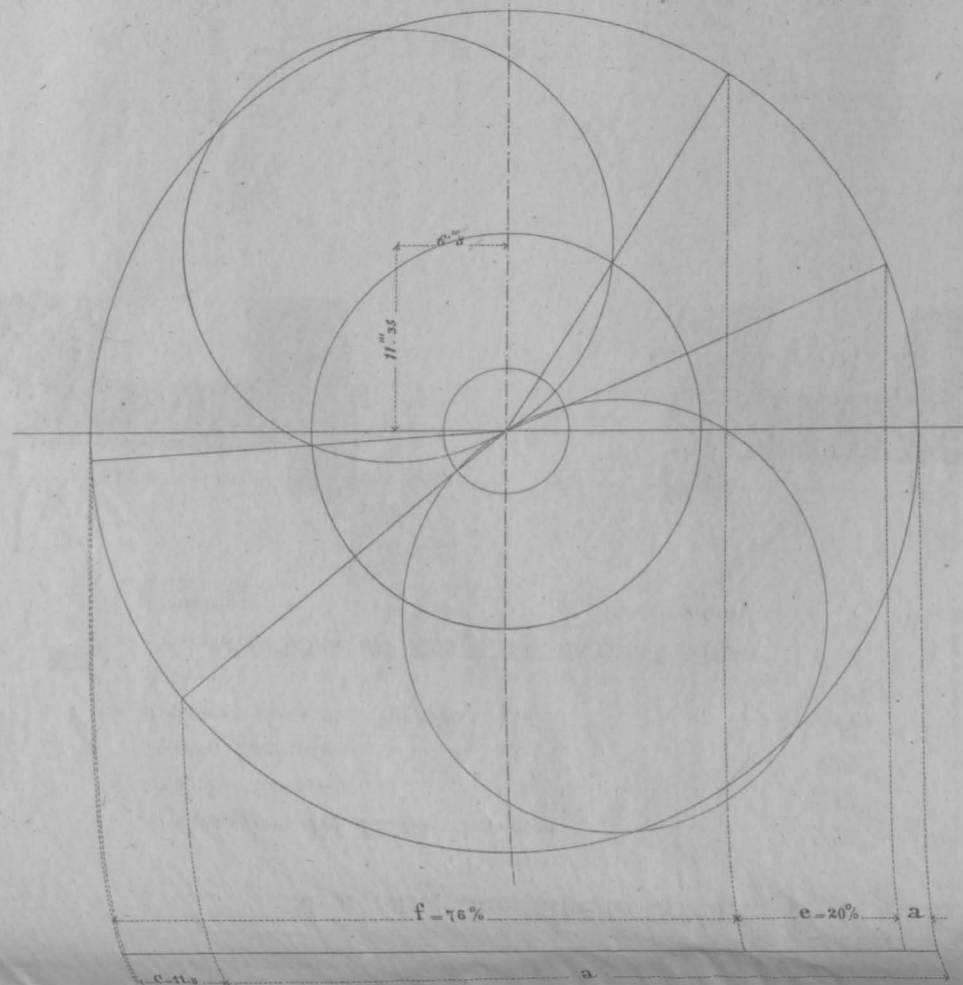
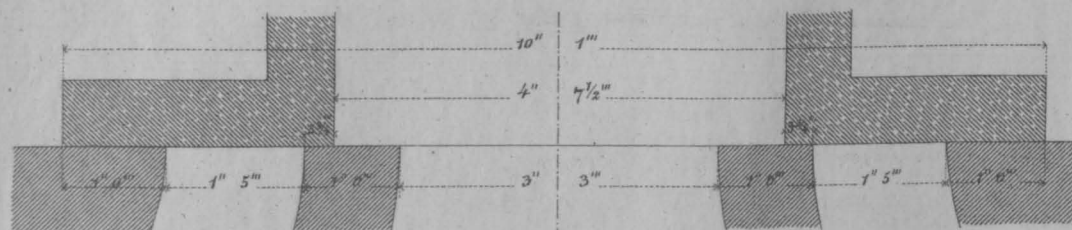
Josef Winterhalder,  
k. k. Oberingenieur.



# Steuerung zur Tabelle N<sup>o</sup> I.

I. Zahn.

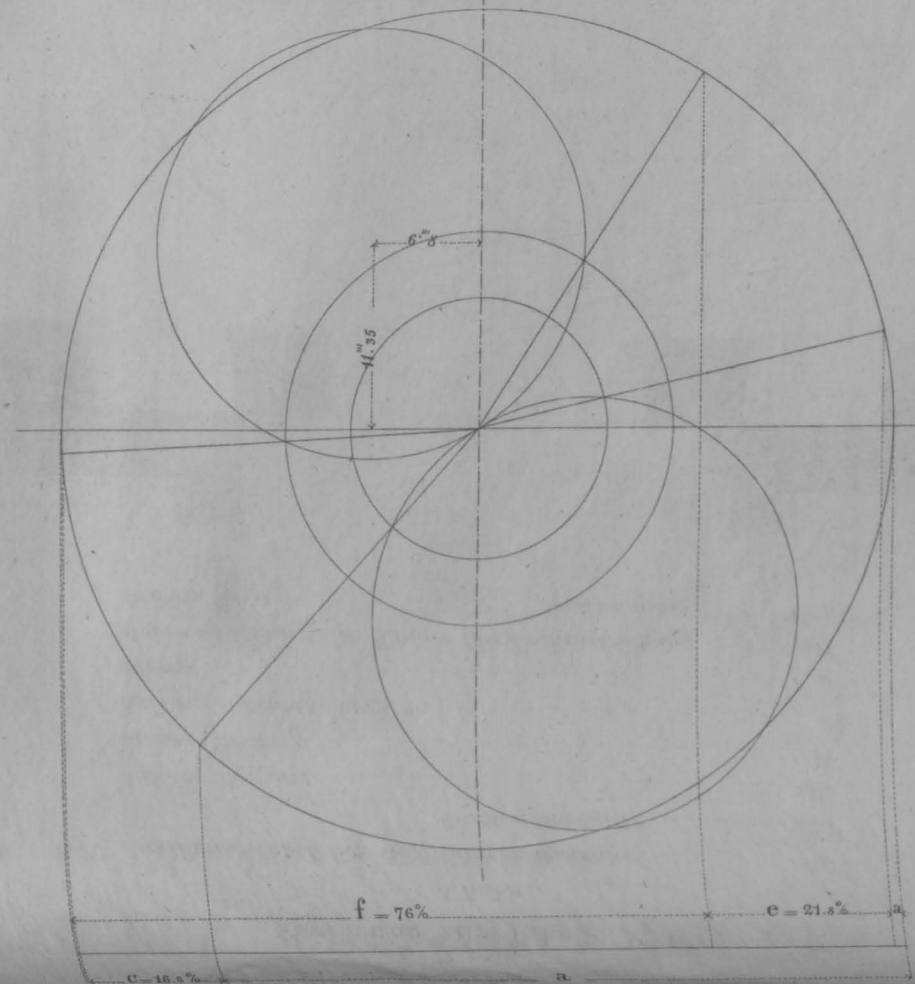
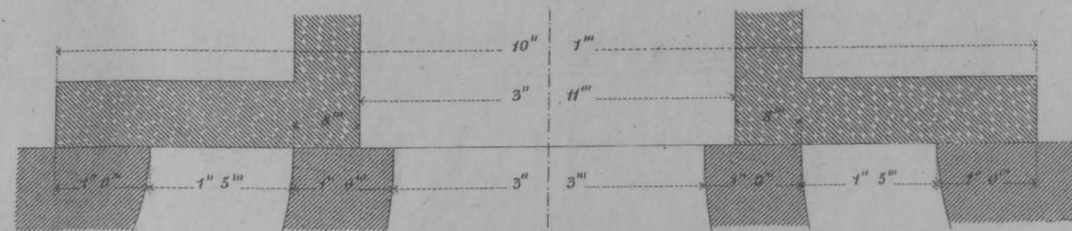
|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| Voreilungswinkel beider Excenter              | 25 <sup>o</sup>                   |
| Äußere Deckung                                | 12 <sup>'''</sup>                 |
| Innere Deckung                                | 3 3/4 <sup>'''</sup>              |
| Äußeres lineares Voreilen                     | 1 <sup>'''</sup>                  |
| Inneres " "                                   | 10 <sup>'''</sup>                 |
| Größte Öffnung der Kanäle für die Einströmung | 1 <sup>'''</sup> 2 <sup>'''</sup> |
| Größte " " " " " Ausströmung                  | 1 <sup>'''</sup> 5 <sup>'''</sup> |



# Steuerung zur Tabelle N<sup>o</sup> II.

I. Zahn.

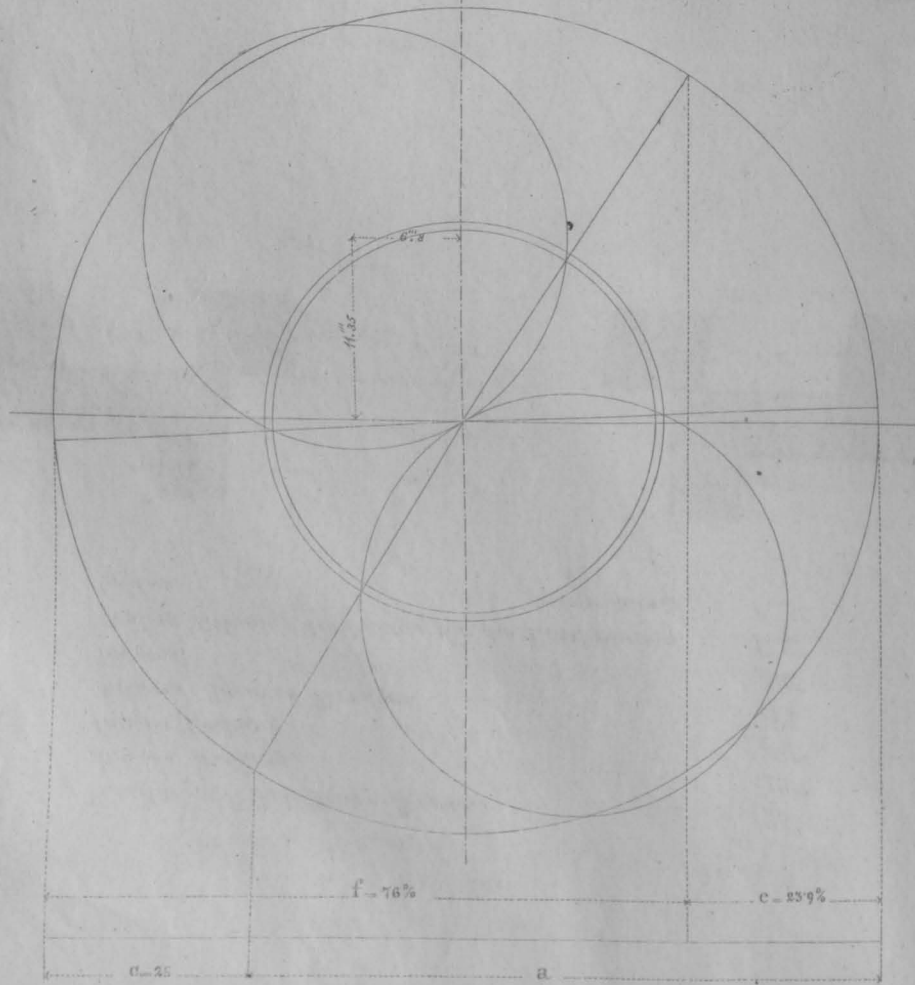
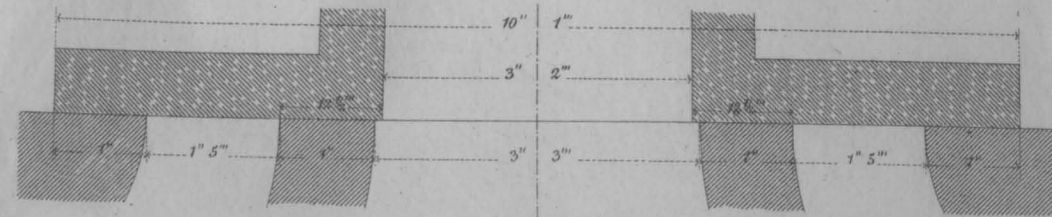
|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| Voreilungswinkel beider Excenter              | 25 <sup>o</sup>                   |
| Äußere Deckung                                | 12 <sup>'''</sup>                 |
| Innere Deckung                                | 8 <sup>'''</sup>                  |
| Äußeres lineares Voreilen                     | 1 <sup>'''</sup>                  |
| Inneres " "                                   | 5.5 <sup>'''</sup>                |
| Größte Öffnung der Kanäle für die Einströmung | 1 <sup>'''</sup> 2 <sup>'''</sup> |
| Größte " " " " " Ausströmung                  | 1 <sup>'''</sup> 5 <sup>'''</sup> |



# Steuerung zur Tabelle N<sup>o</sup> III.

I. Zahn.

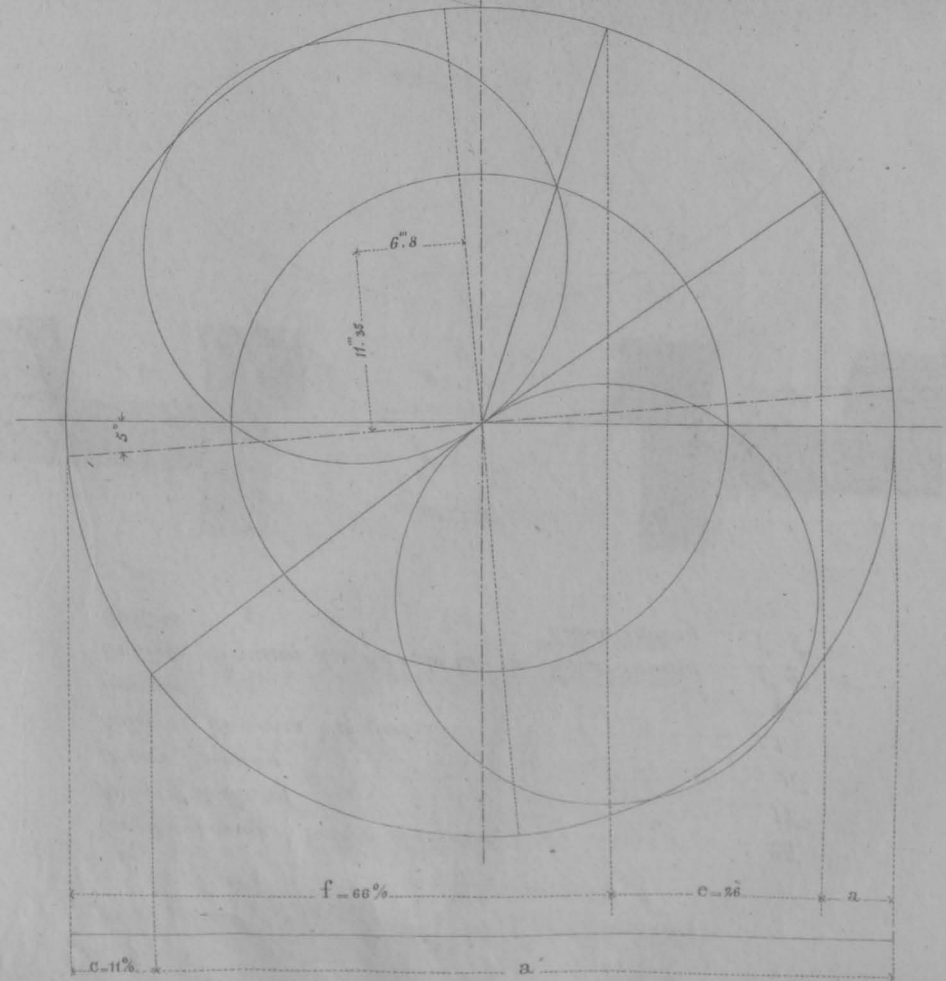
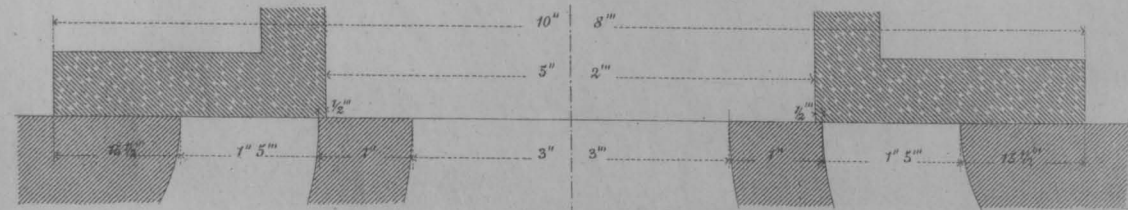
|  |       |
|--|-------|
| Voreilungswinkel beider Excenter               | 25°   |
| Äussere Deckung                                | 12"   |
| Innere Deckung                                 | 12½"  |
| Äusseres lineares Voreilen                     | 1½"   |
| Inneres " "                                    | 1"    |
| Grösste Öffnung der Kanäle für die Einstromung | 1" 2" |
| Grösste " " " " Ausströmung                    | 1" 2" |



# Steuerung zur Tabelle N<sup>o</sup> IV.

I. Zahn.

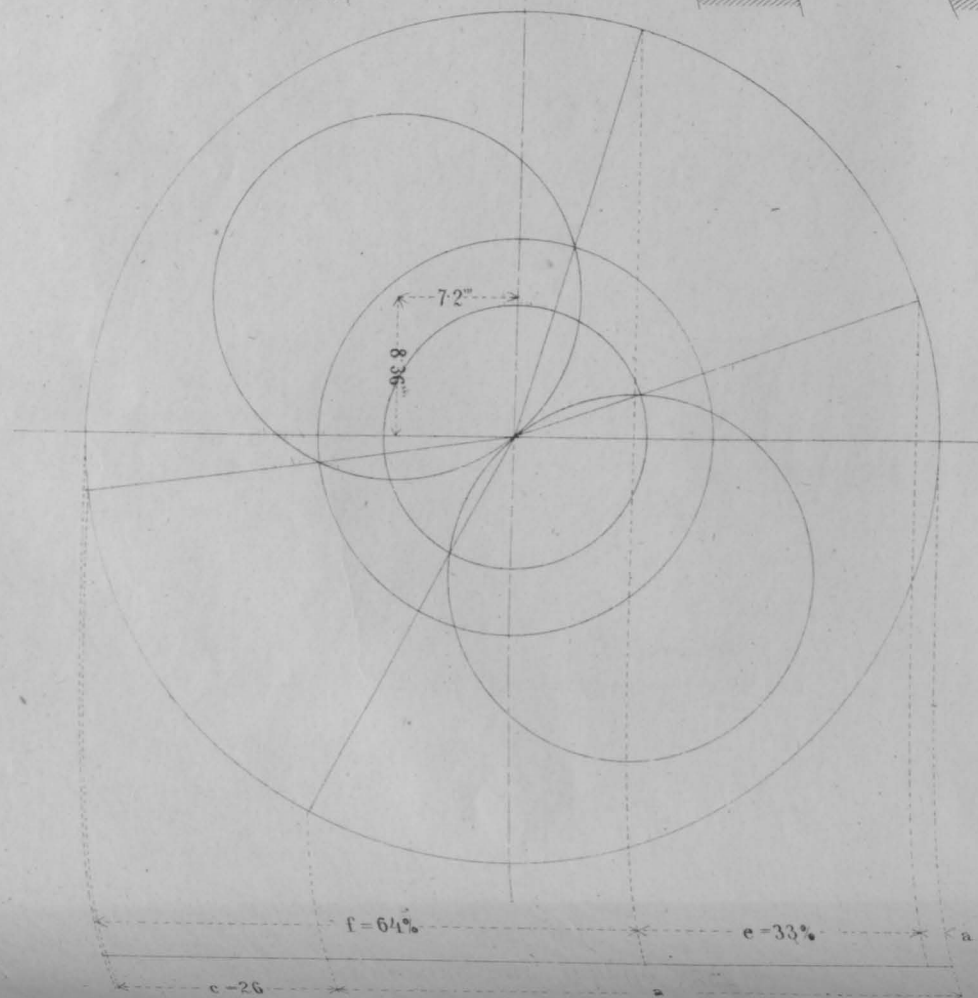
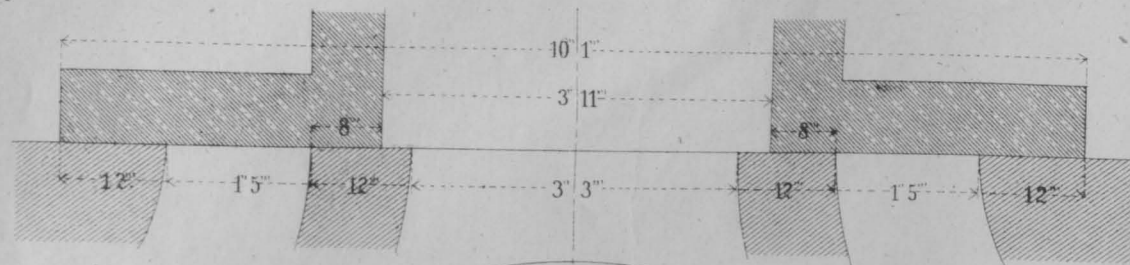
|  |       |
|--|-------|
| Voreilungswinkel für das Vorwärtsexcenter      | 30°   |
| " " " " Rückwärtsexcenter                      | 20°   |
| Äussere Deckung                                | 15½"  |
| Innere Deckung                                 | ½"    |
| Äusseres lineares Voreilen                     | 0"    |
| Inneres " "                                    | 1" 3" |
| Grösste Öffnung der Kanäle für die Einstromung | 11"   |
| Grösste " " " " Ausströmung                    | 1" 5" |



# Steuerung zur Tabelle N<sup>o</sup>V

III. Zahn.

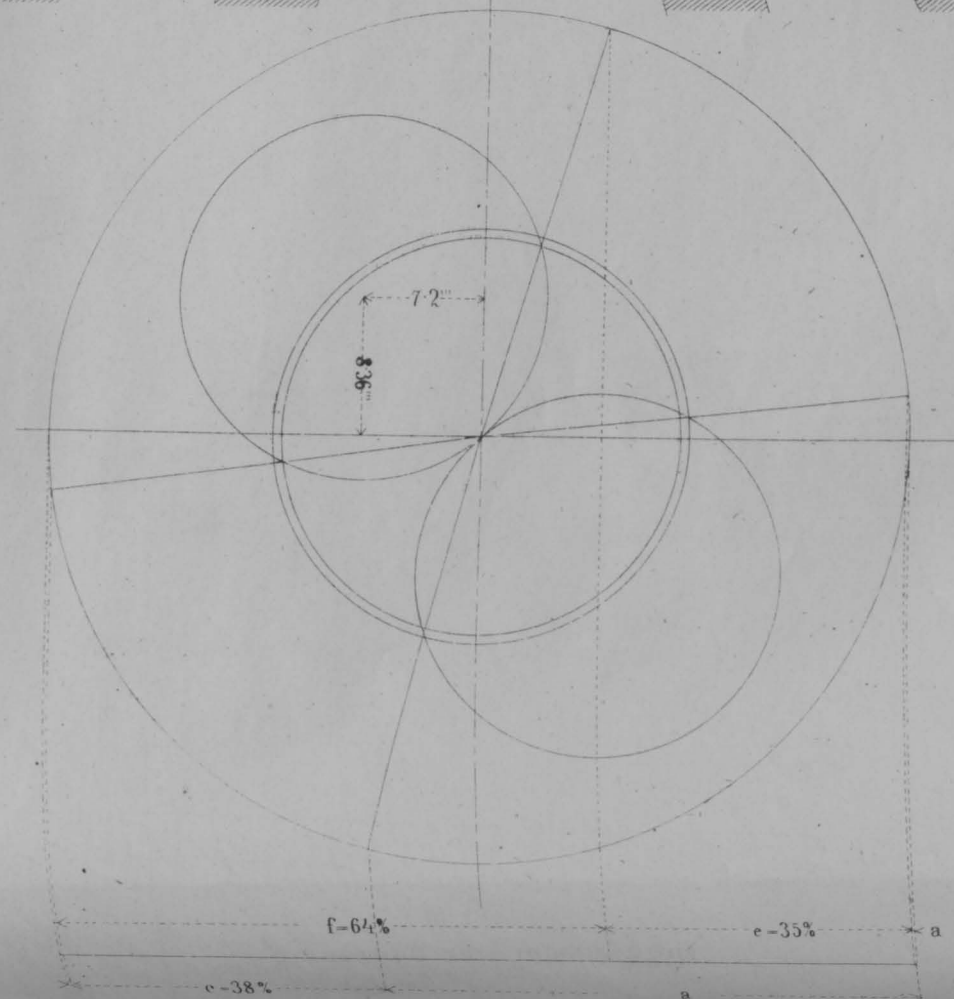
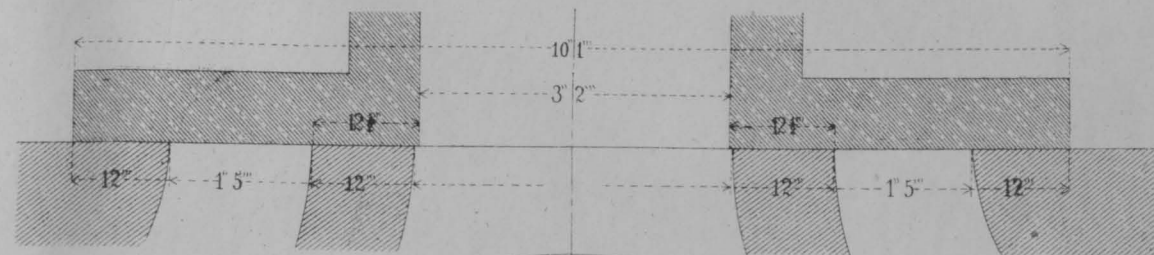
|   |     |
|---|-----|
| Voreilungswinkel beider Excenter              | 25° |
| Außere Deckung                                | 12" |
| Innere "                                      | 8 " |
| Außeres lineares Voreilen                     | 24" |
| Inneres " "                                   | 6 " |
| Größte Öffnung der Kanäle für die Einstromung | 10" |
| Größte " " " " Ausströmung                    | 12" |



# Steuerung zur Tabelle N<sup>o</sup>VI

III Zahn.

|   |         |
|---|---------|
| Voreilungswinkel beider Excenter              | 25°     |
| Außere Deckung                                | 12"     |
| Innere "                                      | 12 1/2" |
| Außeres lineares Voreilen                     | 2 1/2"  |
| Inneres " "                                   | 2 "     |
| Größte Öffnung der Kanäle für die Einstromung | 10"     |
| Größte " " " " Ausströmung                    | 9 1/2"  |

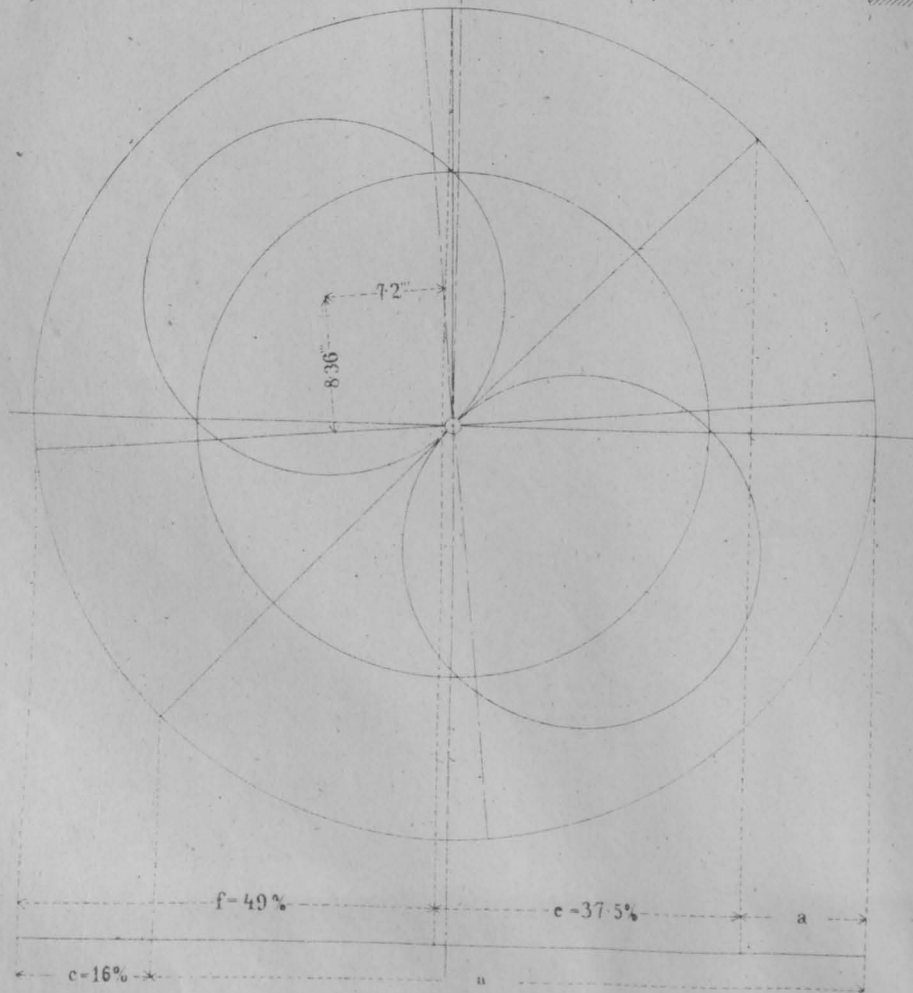
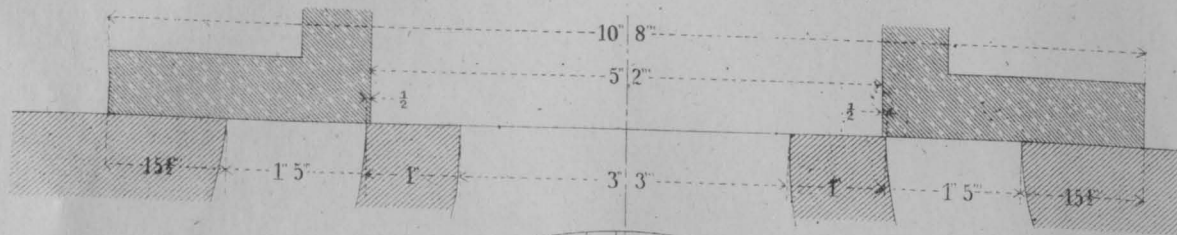




# Steuerung zur Tabelle N<sup>o</sup>. VII.

## III Zahn.

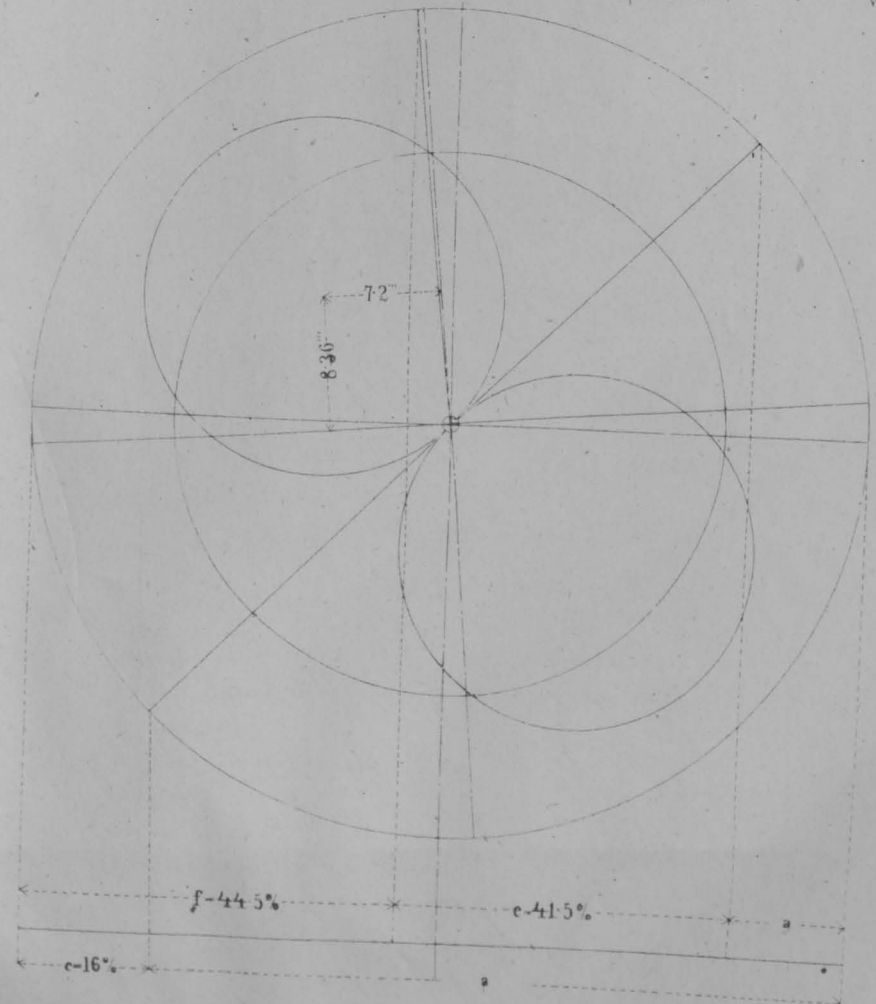
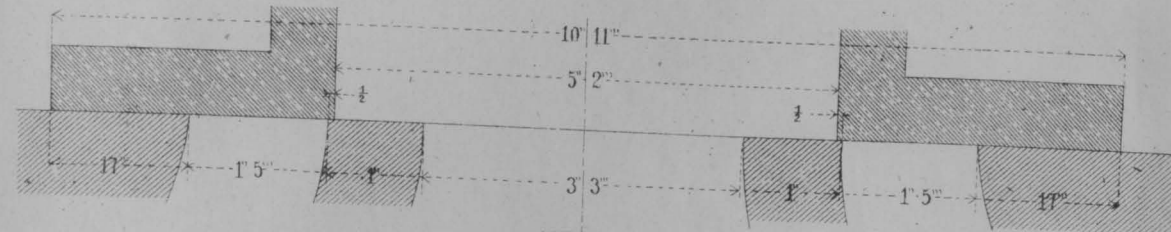
|  |         |
|--|---------|
| Voreilungswinkel für das Vornärtseccenter      | 30°     |
| " " " " Rückwärtseccenter                      | 20°     |
| Äußere Deckung                                 | 15 1/2" |
| Innere Deckung                                 | 1/2"    |
| Äußeres lineares Voreilen                      | 0"      |
| Inneres " " "                                  | 1 3/3"  |
| Größte Oeffnung der Kanäle für die Einströmung | 6 1/2"  |
| Größte " " " " Ausströmung                     | 1 5"    |



# Steuerung zur Tabelle N<sup>o</sup>. VIII.

## III Zahn.

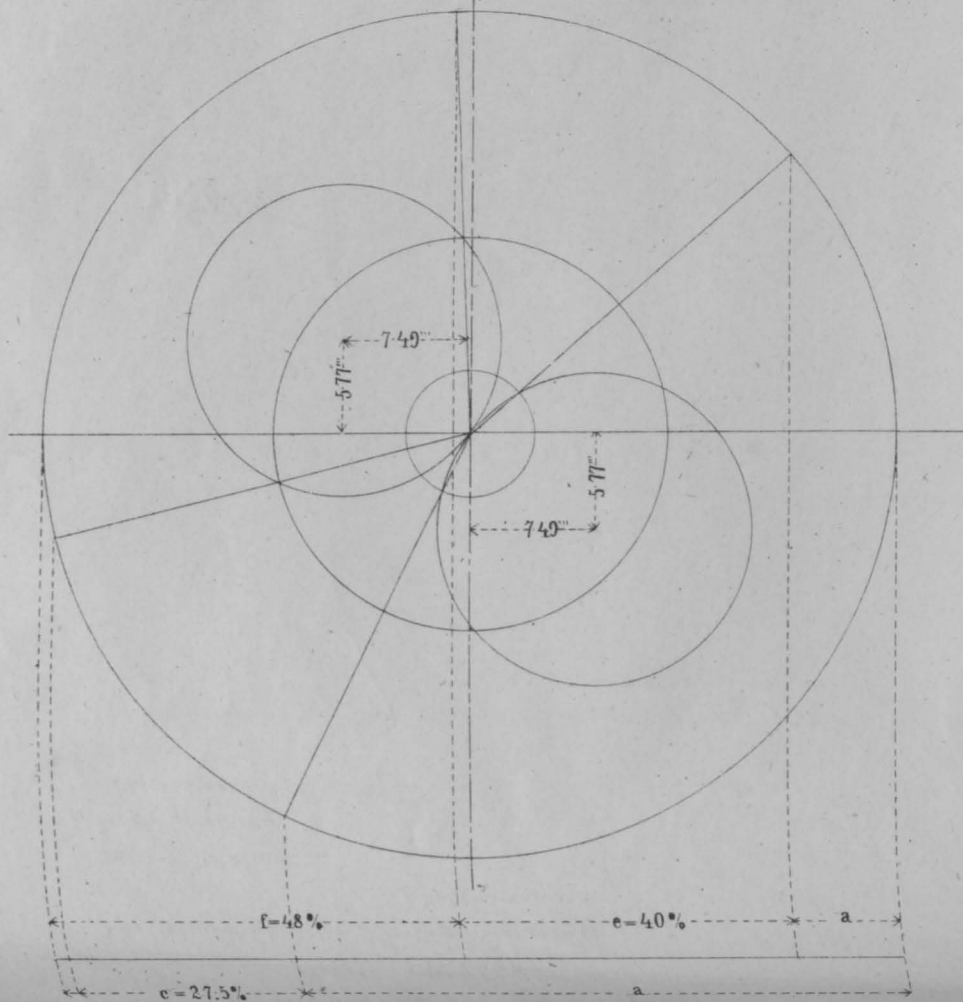
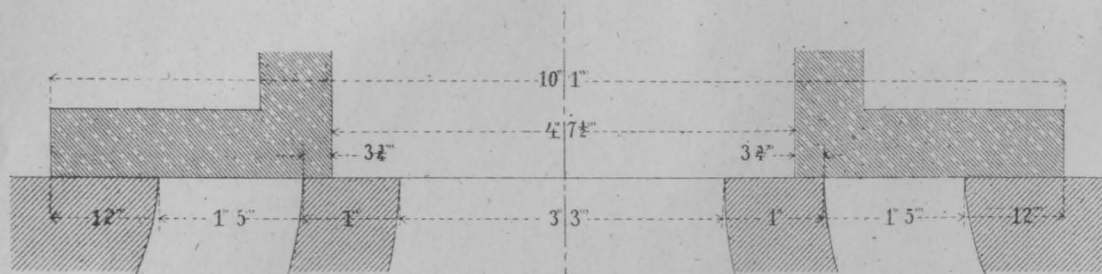
|  |          |
|--|----------|
| Voreilungswinkel für das Vornärtseccenter      | 30°      |
| " " " " Rückwärtseccenter                      | 20°      |
| Äußere Deckung                                 | 17"      |
| Innere Deckung                                 | 1/2"     |
| Äußeres lineares Voreilen                      | 1"       |
| Inneres " " "                                  | 1 4 1/2" |
| Größte Oeffnung der Kanäle für die Einströmung | 5"       |
| Größte " " " " Ausströmung                     | 1 5"     |



# Steuerung zur Tabelle N<sup>o</sup> IX.

V. Zahn.

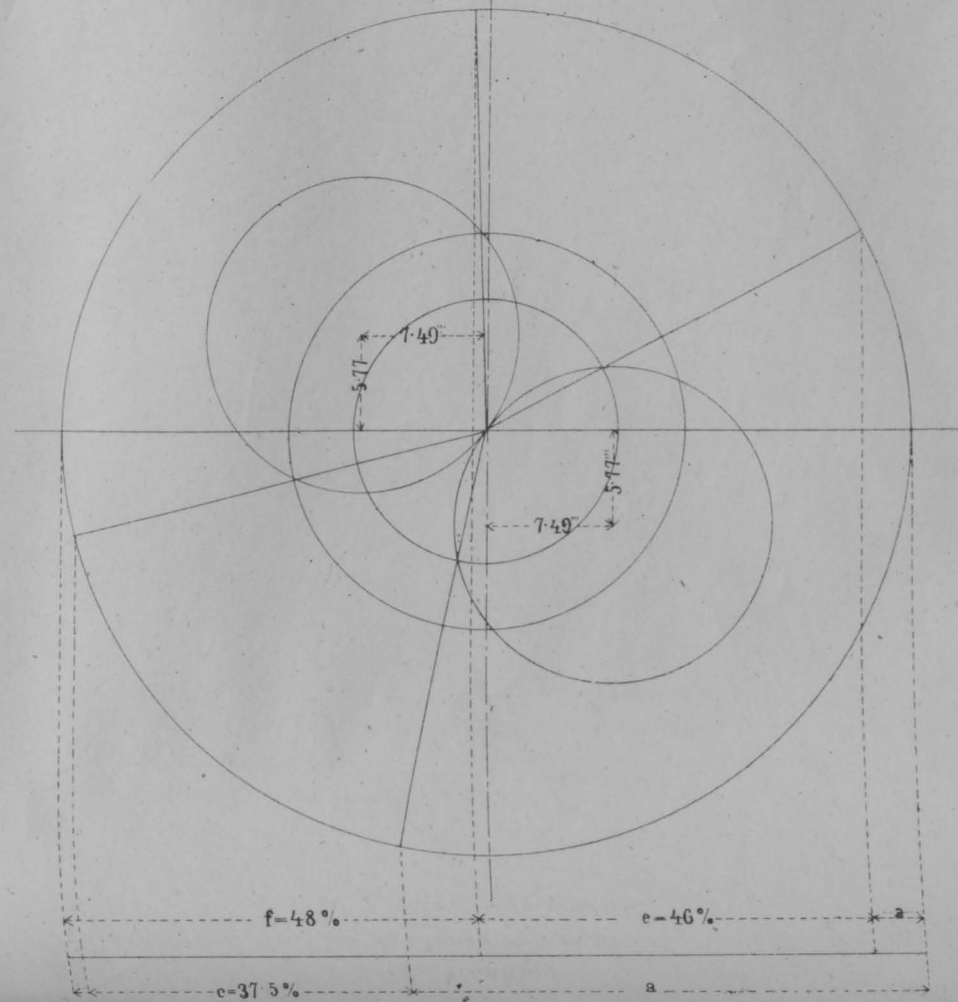
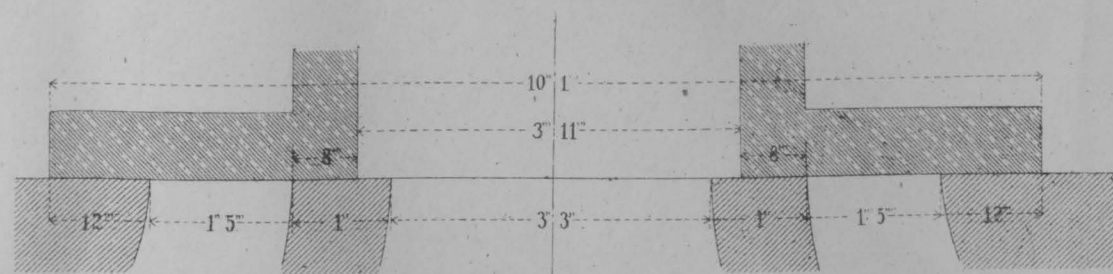
|   |         |
|---|---------|
| Voreilungswinkel beider Excenter              | 25°     |
| Außere Deckung                                | 12"     |
| Innere "                                      | 3 3/4"  |
| Außeres lineares Voreilen                     | 3"      |
| Inneres "                                     | 11 1/2" |
| Großte Öffnung der Kanäle für die Einstromung | 7"      |
| Großte " " " " Ausströmung                    | 13"     |



# Steuerung zur Tabelle N<sup>o</sup> X.

V. Zahn.

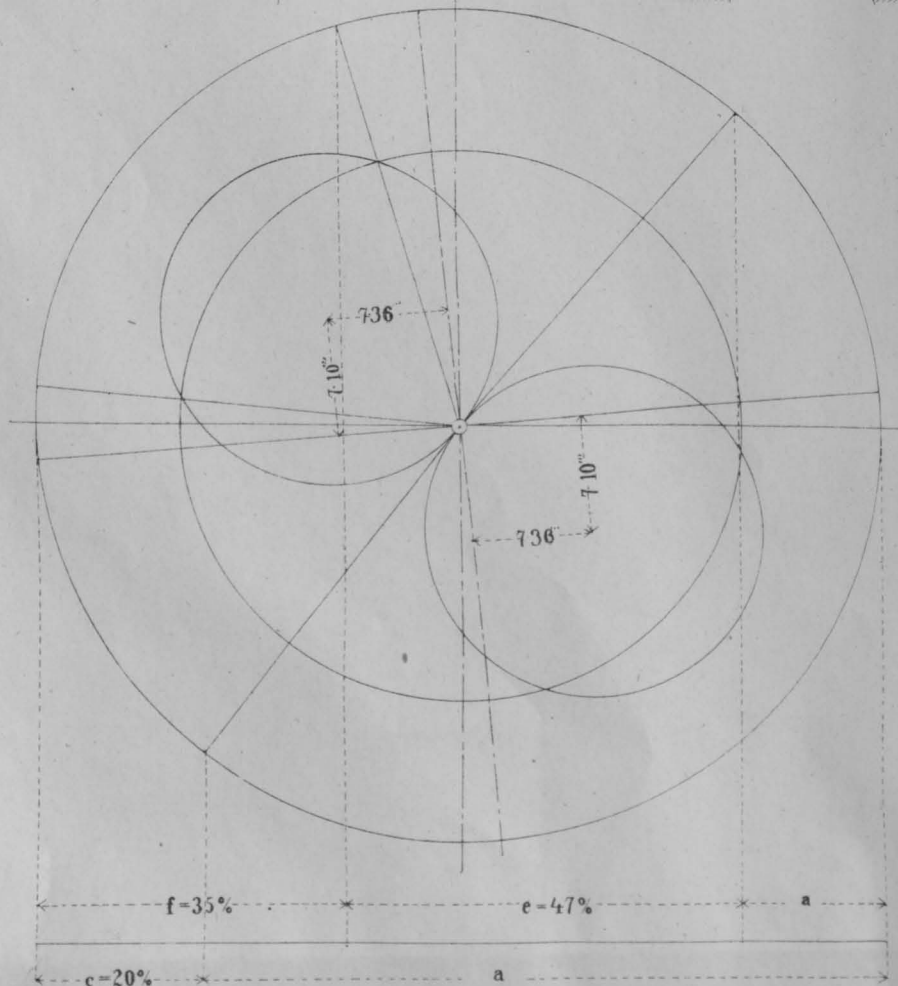
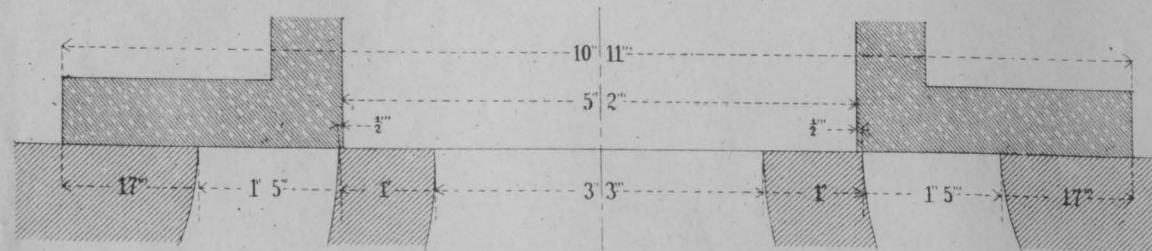
|   |     |
|---|-----|
| Voreilungswinkel beider Excenter              | 25° |
| Außere Deckung                                | 12" |
| Innere "                                      | 8"  |
| Außeres lineares Voreilen                     | 3"  |
| Inneres "                                     | 7"  |
| Großte Öffnung der Kanäle für die Einstromung | 7"  |
| Großte " " " " Ausströmung                    | 11" |



# Steuerung zur Tabelle N°XI.

## IV. Zahn.

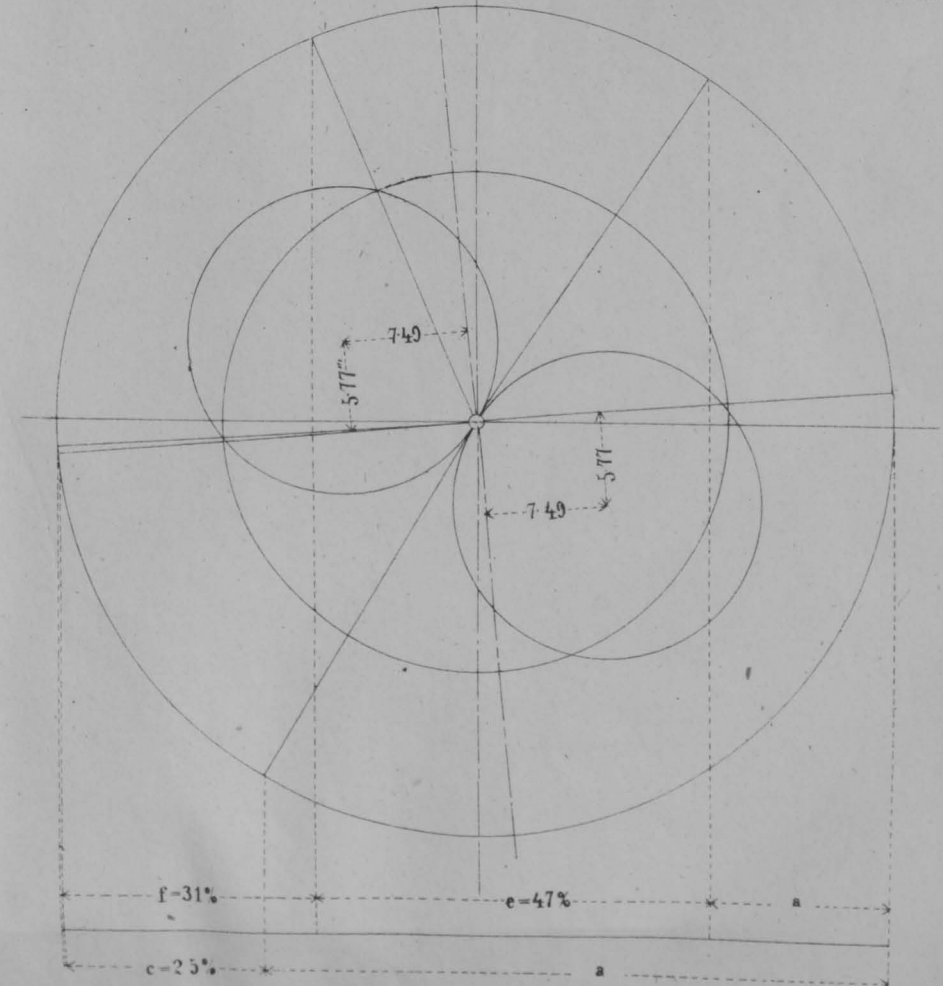
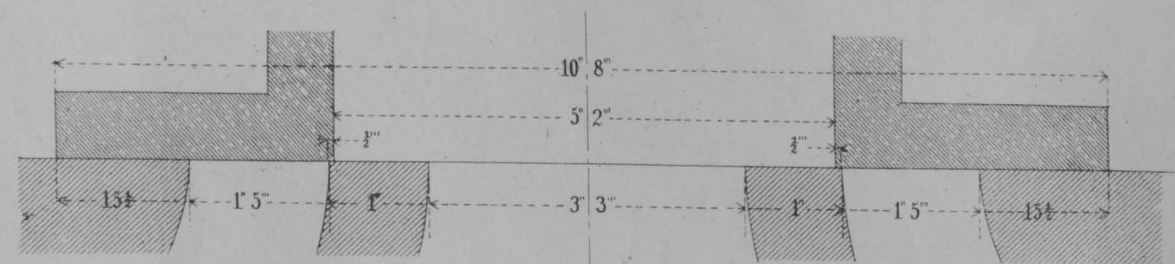
|  |        |
|--|--------|
| Voreilungswinkel für das Vorwärtsexcenter      | 30°    |
| " " " " Rückwärtsexcenter                      | 20°    |
| Äußere Deckung                                 | 17"    |
| Innere Deckung                                 | 1/2"   |
| Äußeres lineares Voreilen                      | 1"     |
| Inneres " " "                                  | 1' 4"  |
| Größte Oeffnung der Kanäle für die Einströmung | 3 1/2" |
| Größte " " " " Ausströmung                     | 1' 5"  |



# Steuerung zur Tabelle N°XII.

## V. Zahn.

|  |           |
|--|-----------|
| Voreilungswinkel für das Vorwärtsexcenter      | 30°       |
| " " " " Rückwärtsexcenter                      | 20°       |
| Äußere Deckung                                 | 15 1/2"   |
| Innere Deckung                                 | 1/2"      |
| Äußeres lineares Voreilen                      | 1"        |
| Inneres " " "                                  | 1' 3 1/2" |
| Größte Oeffnung der Kanäle für die Einströmung | 3 1/2"    |
| Größte " " " " Ausströmung                     | 1' 5"     |

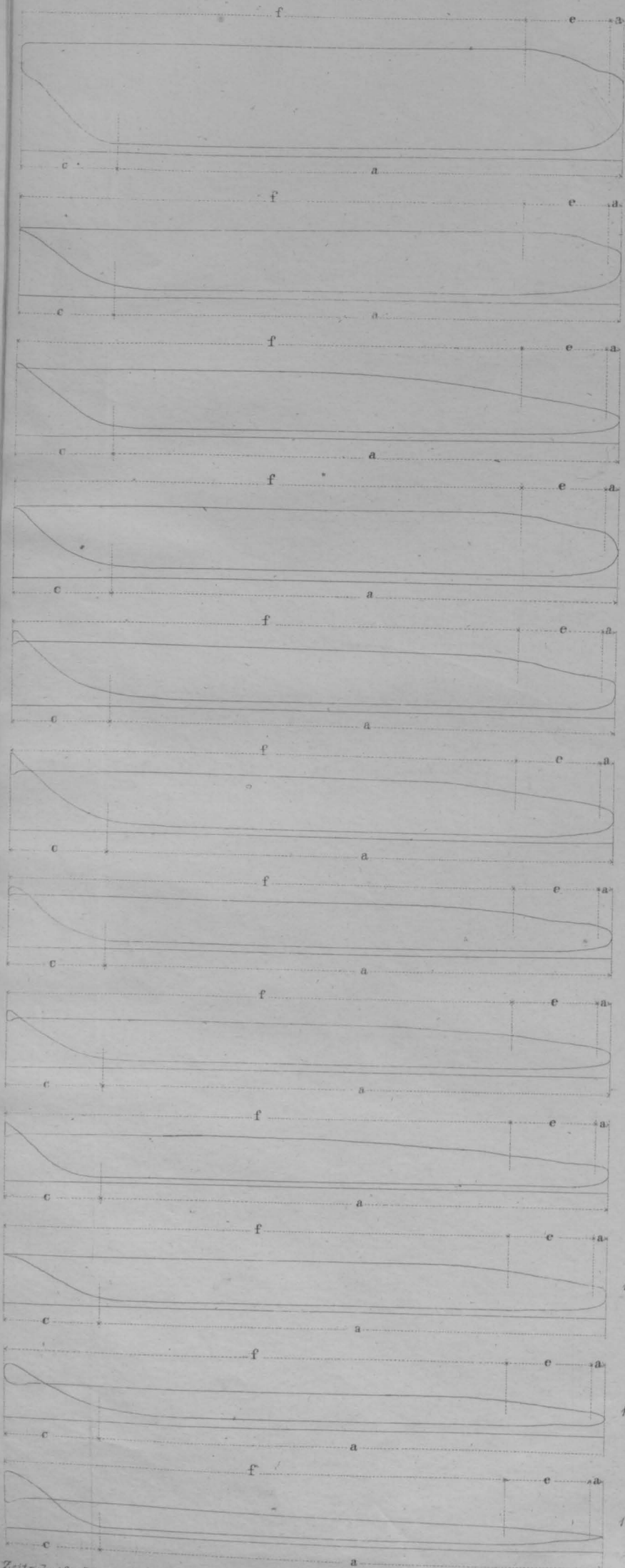




Vor dem Kolben.

# Diagramme der Tabelle N<sup>o</sup> I.

Hinter dem Kolben.



N<sup>o</sup>

1.

2.

3.

4.

5.

6.

7.

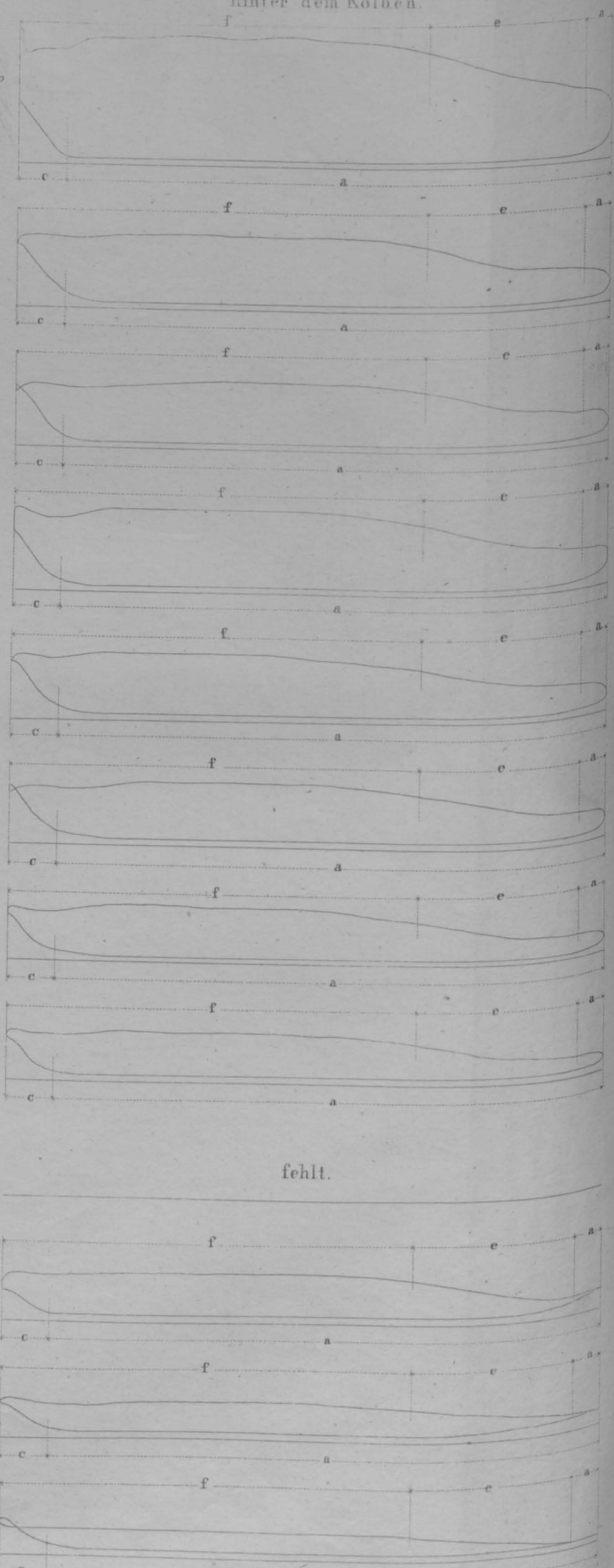
8.

9.

10.

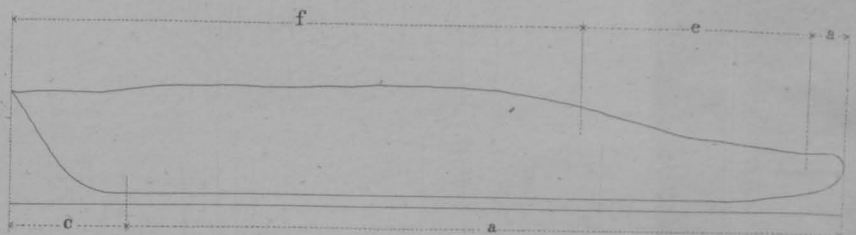
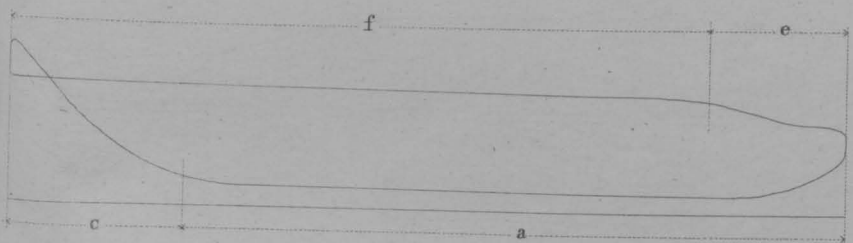
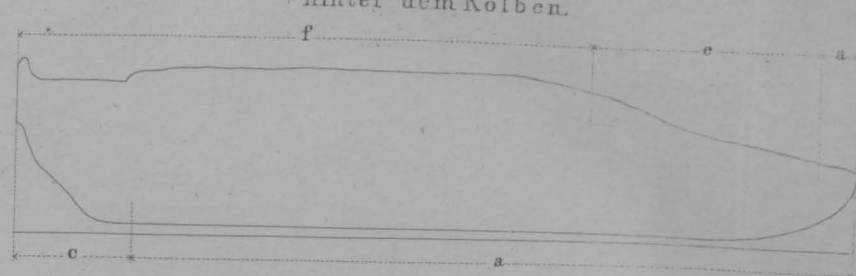
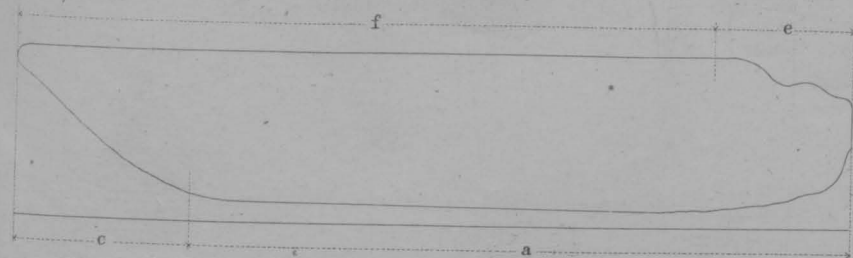
11.

12.

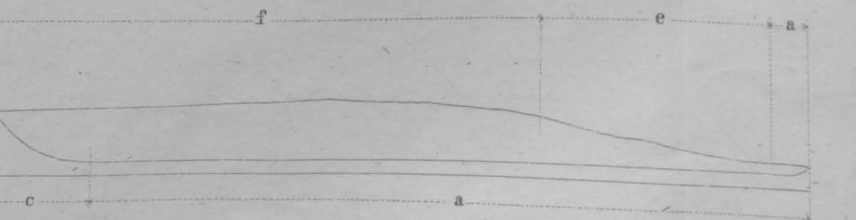
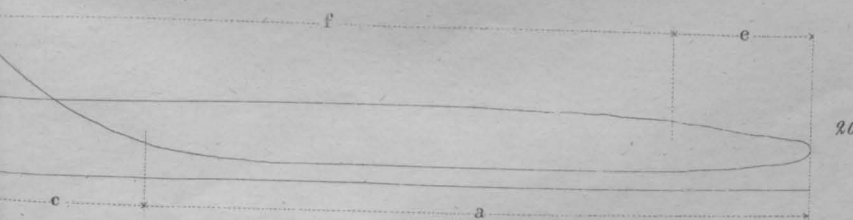
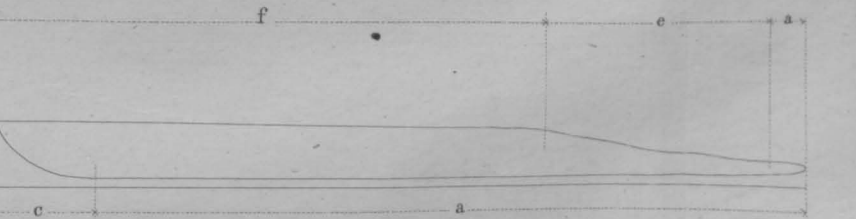
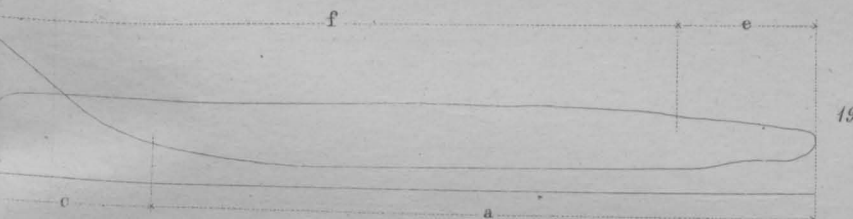
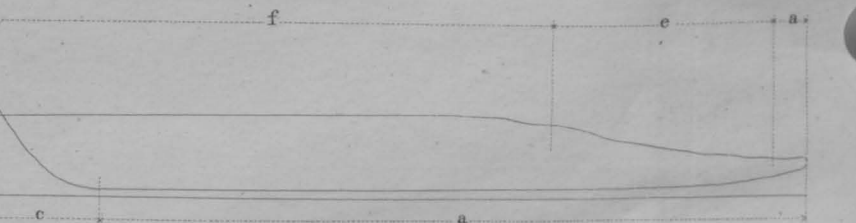
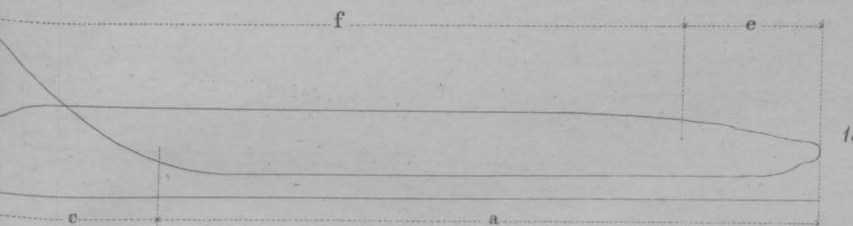
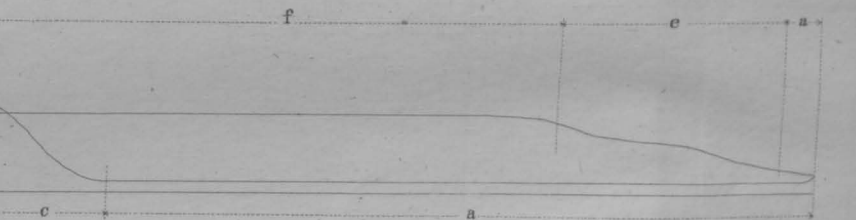
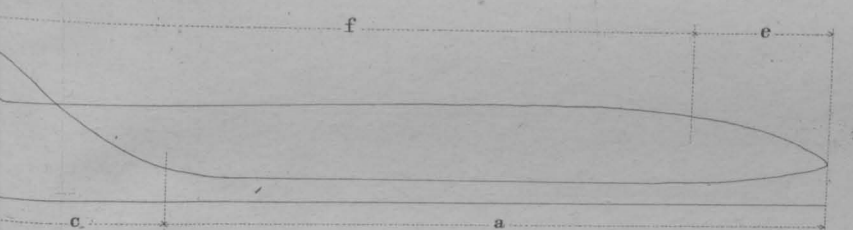
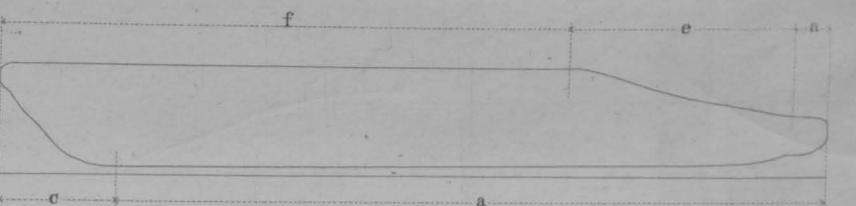
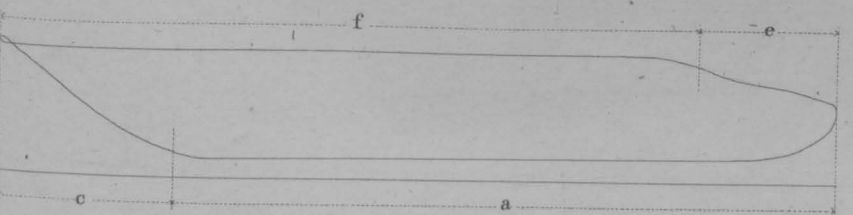
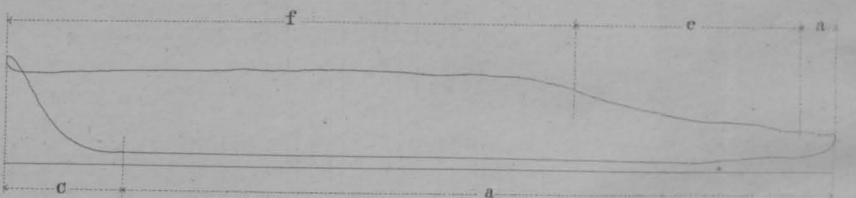


fehlt.





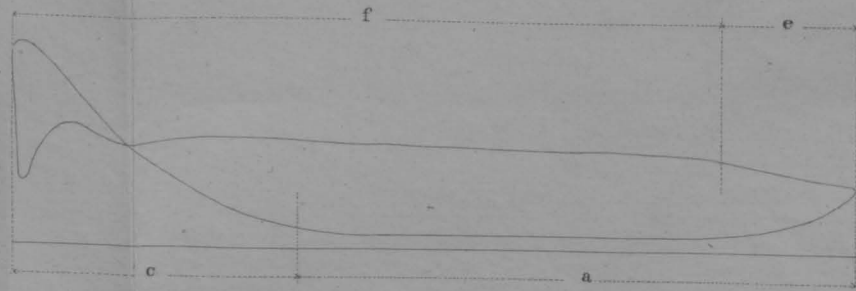
fehlt.



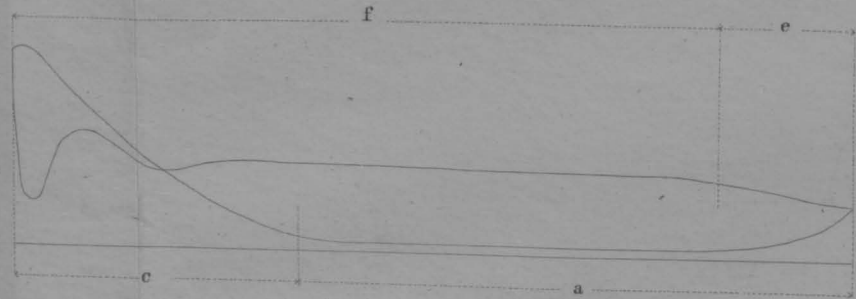
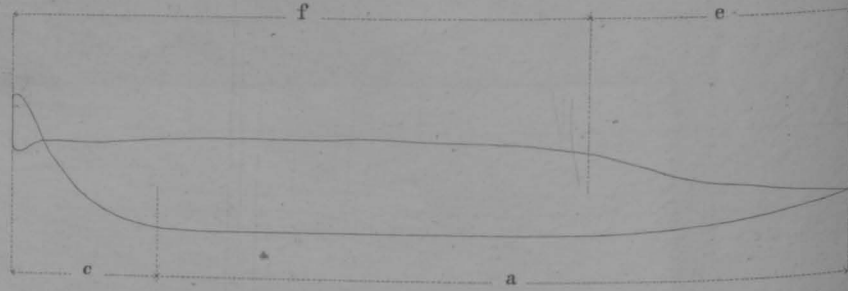
Vor dem Kolben.

# Diagramme der Tabelle N<sup>ro</sup> III.

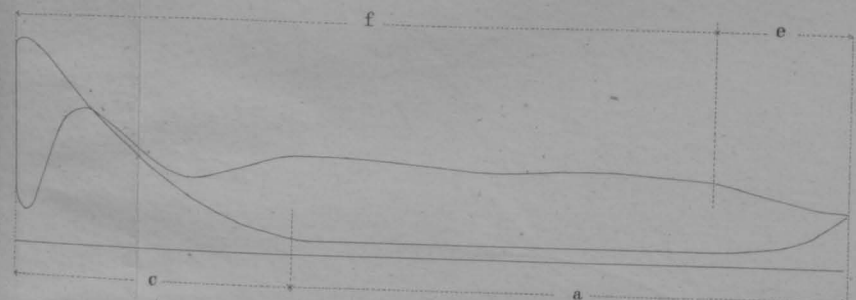
Hinter dem Kolben.



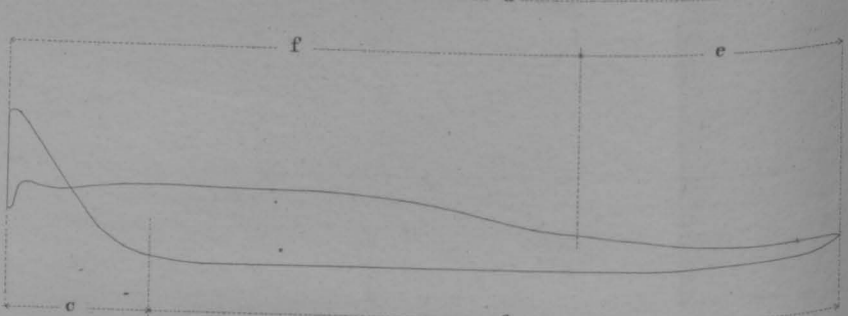
N<sup>o</sup>  
21.



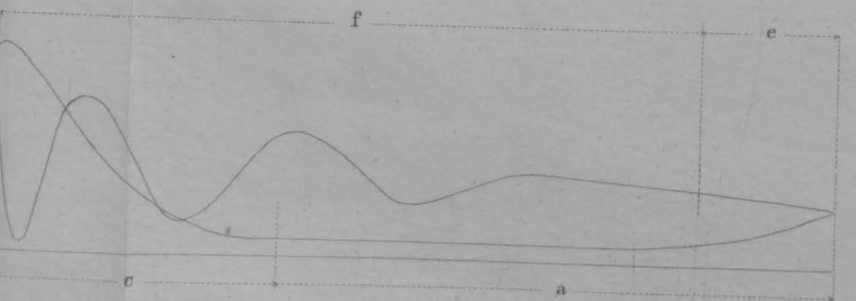
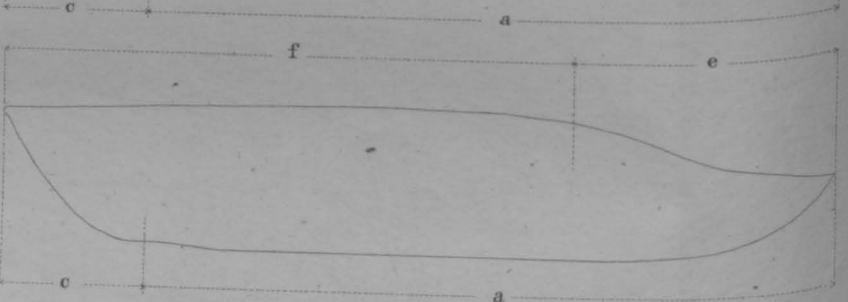
22.



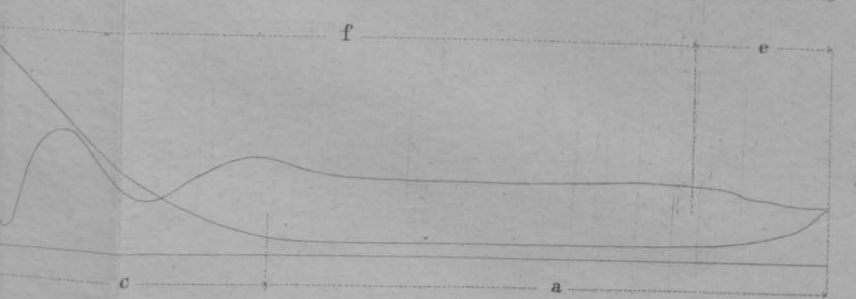
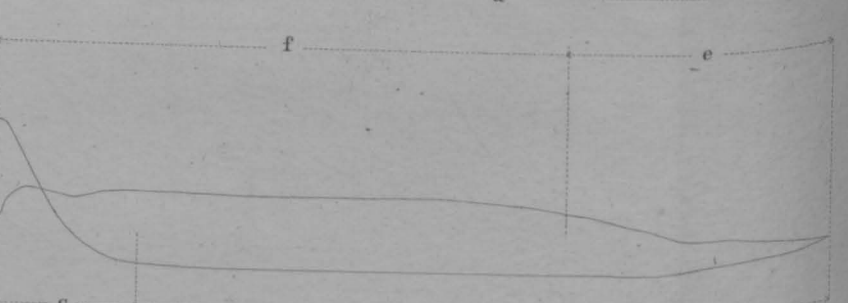
23.



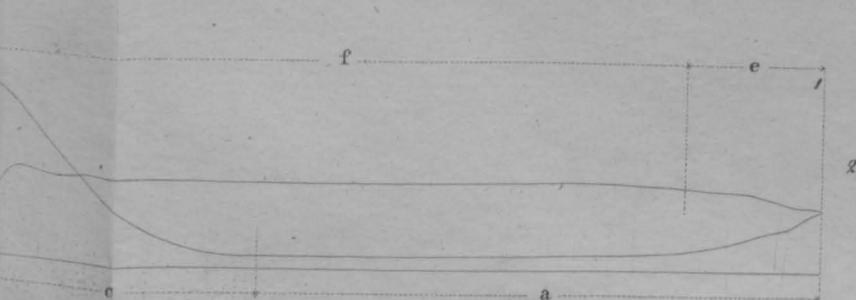
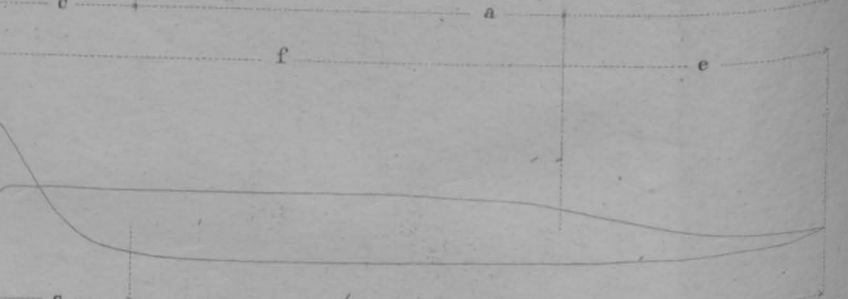
24.



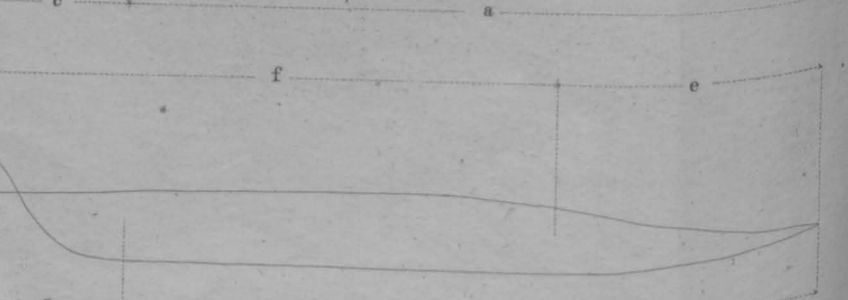
25.



26.



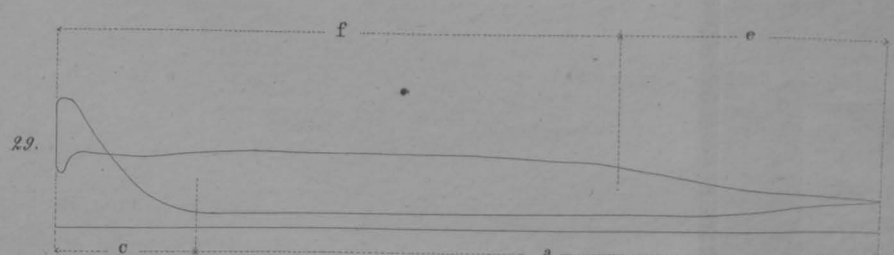
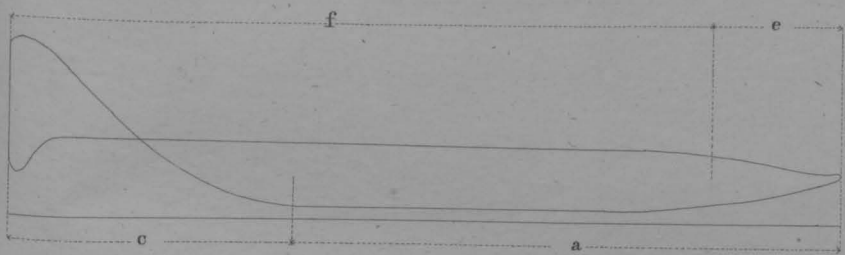
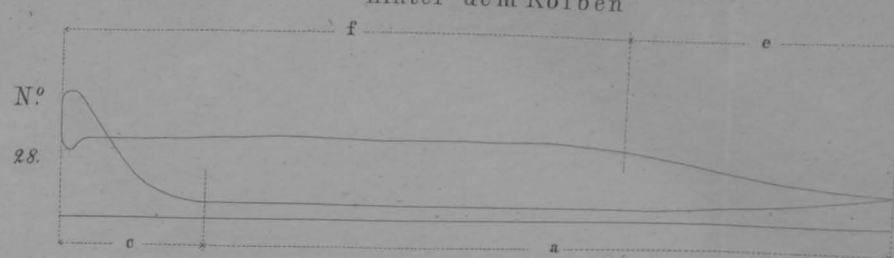
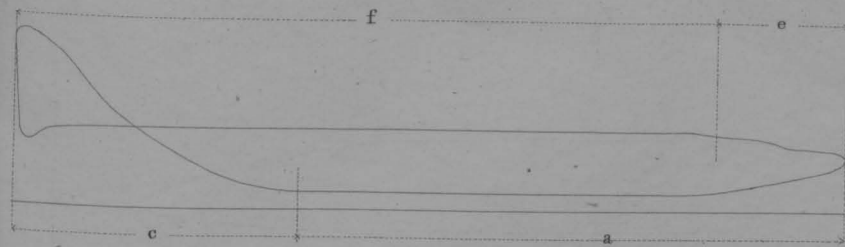
27.



Vor dem Kolben.

Diagramme der Tabelle N<sup>ro</sup> III.

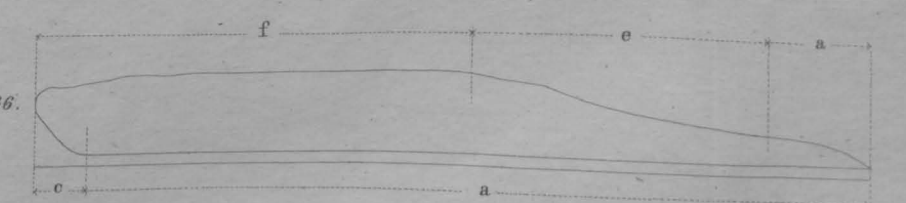
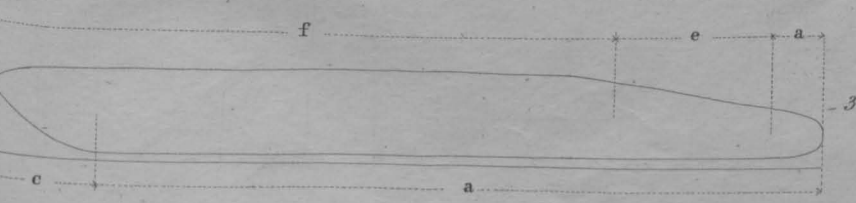
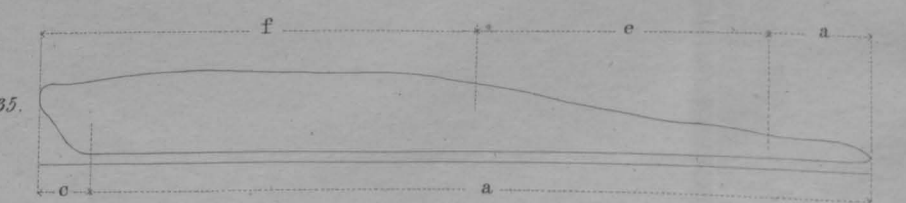
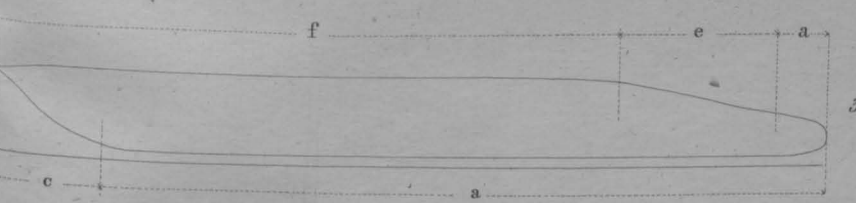
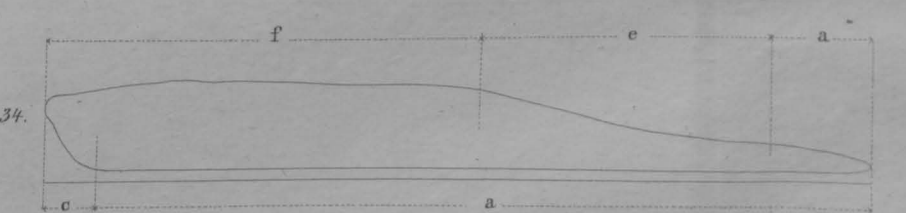
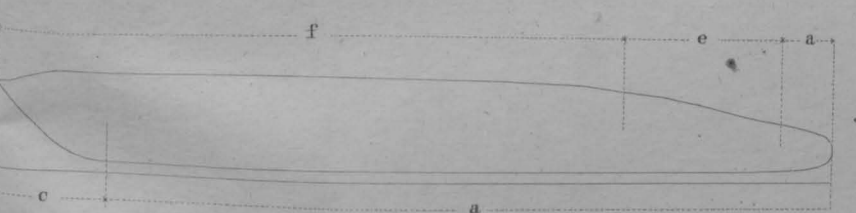
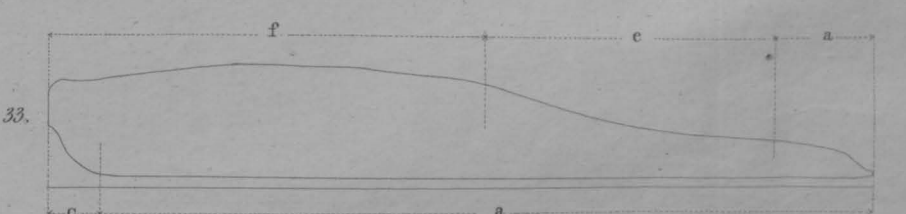
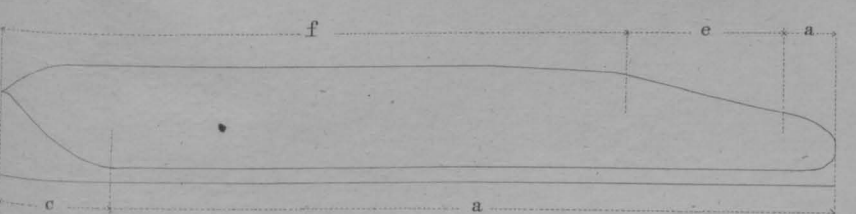
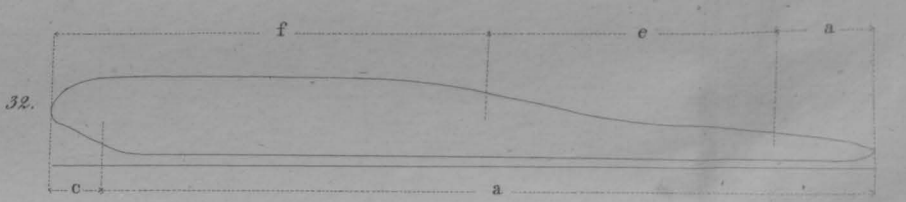
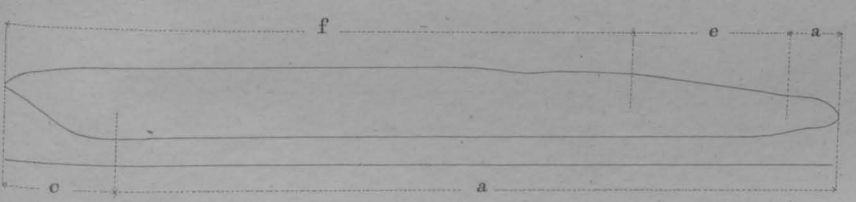
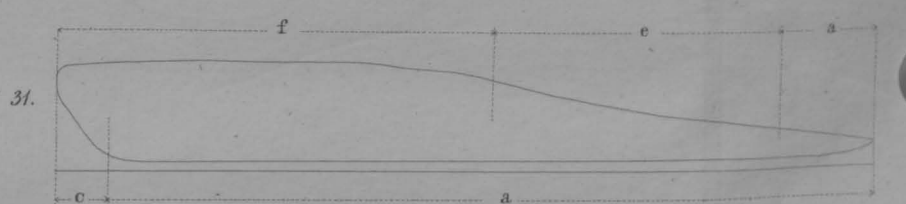
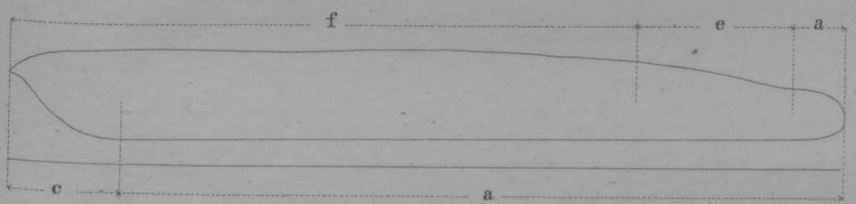
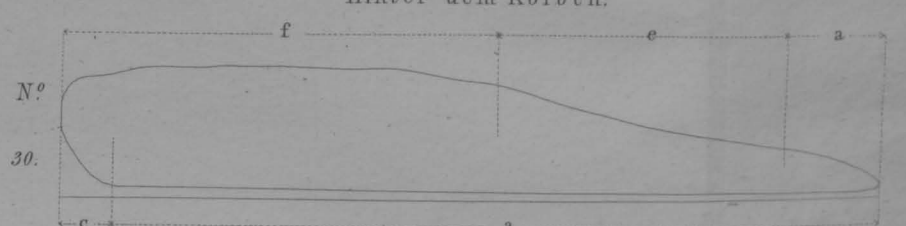
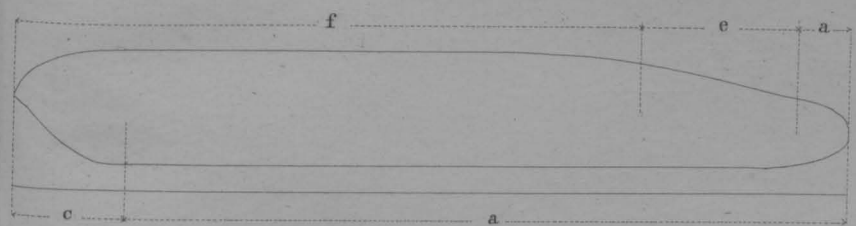
Hinter dem Kolben



Vor dem Kolben.

Diagramme der Tabelle N<sup>ro</sup> IV.

Hinter dem Kolben.

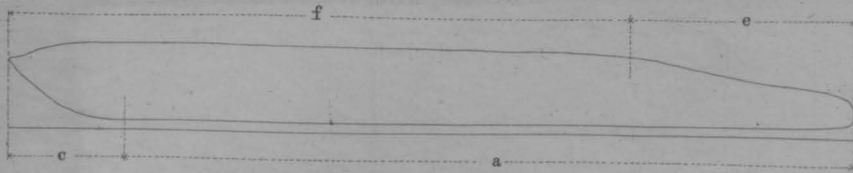




Vor dem Kolben.

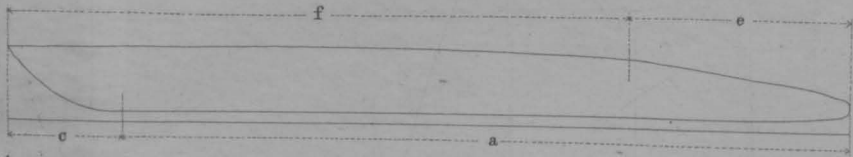
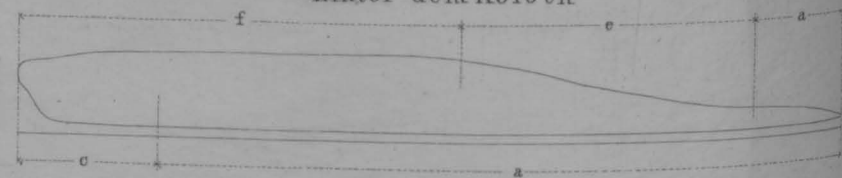
# Diagramme der Tabelle N<sup>ro</sup> IV.

Hinter dem Kolben

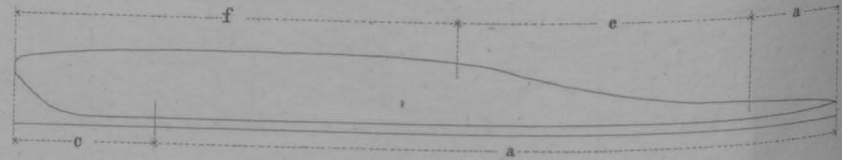


N<sup>o</sup>

37.



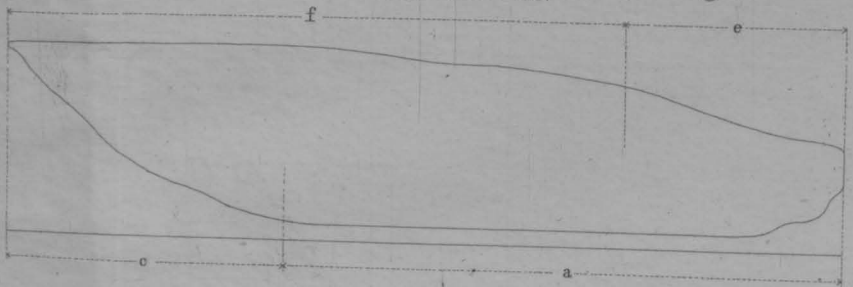
38.



Vor dem Kolben.

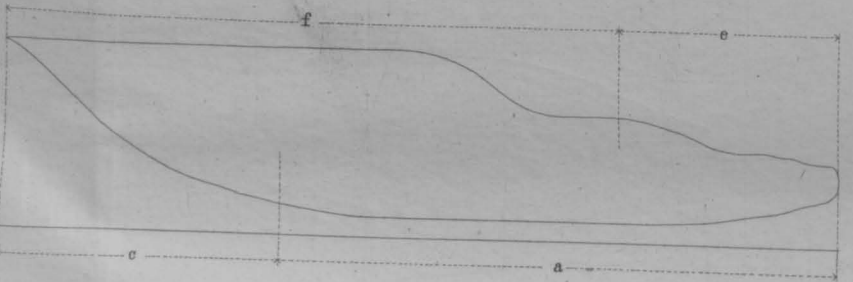
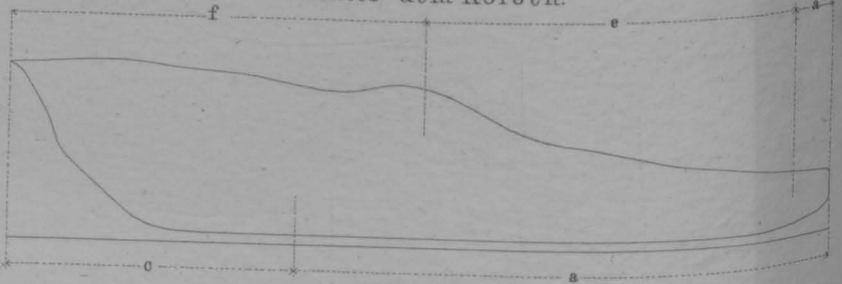
# Diagramme der Tabelle N<sup>ro</sup> V.

Hinter dem Kolben.

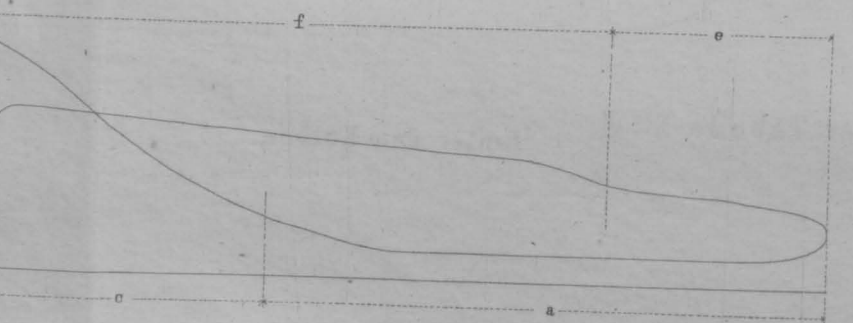
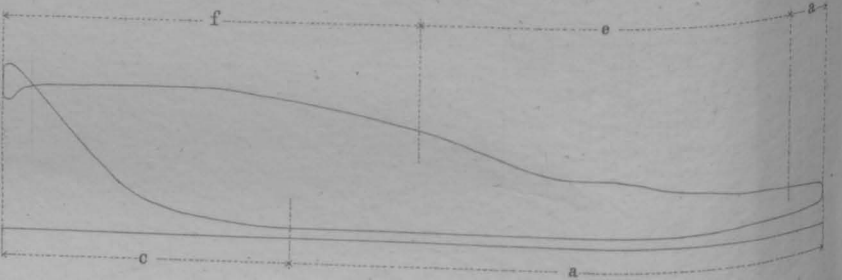


N<sup>o</sup>

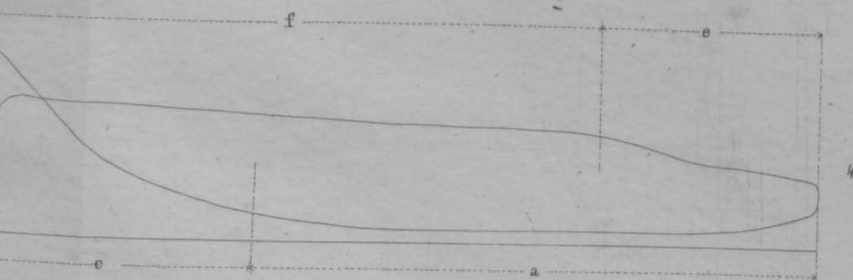
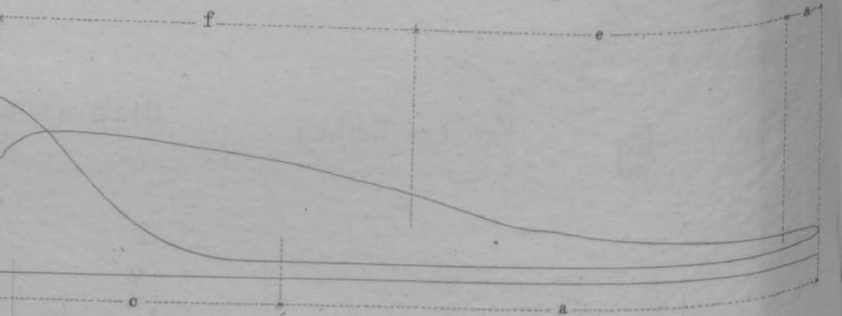
39.



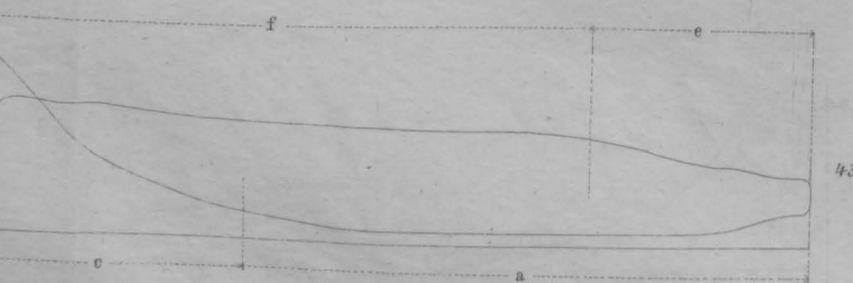
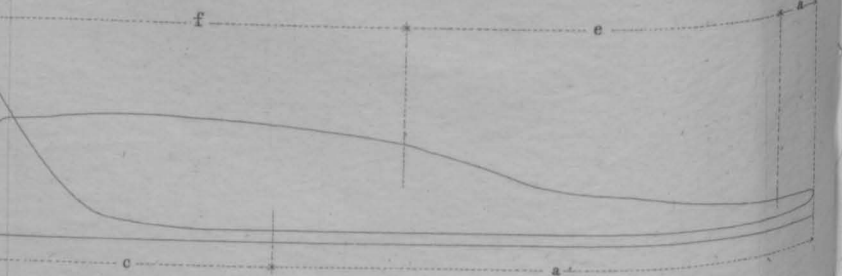
40.



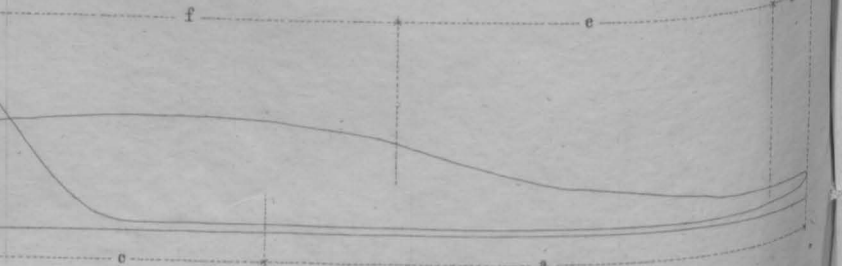
41.



42.



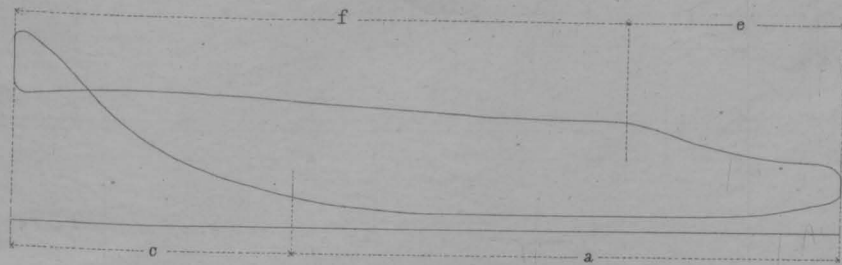
43.



Vor dem Kolben.

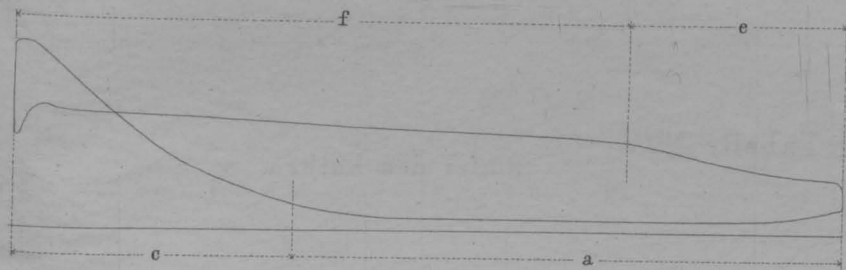
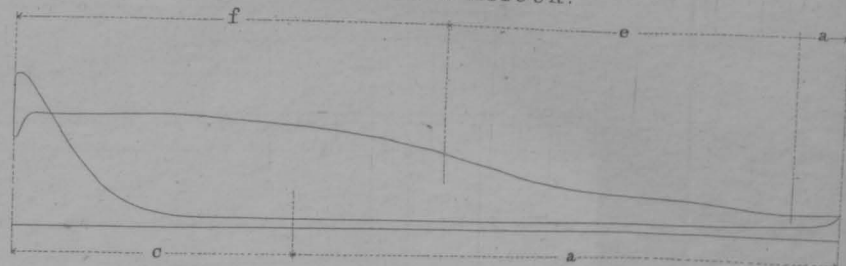
Diagramme der Tabelle N<sup>o</sup> V.

Hinter dem Kolben.

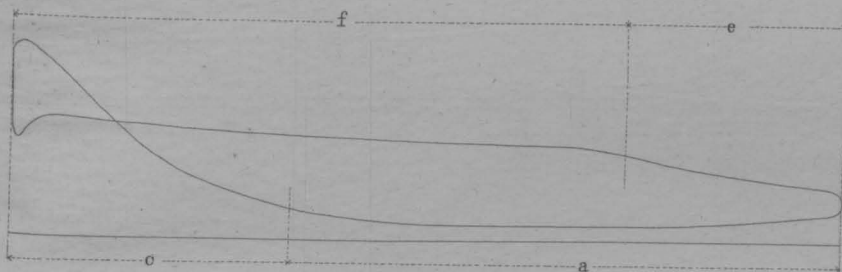
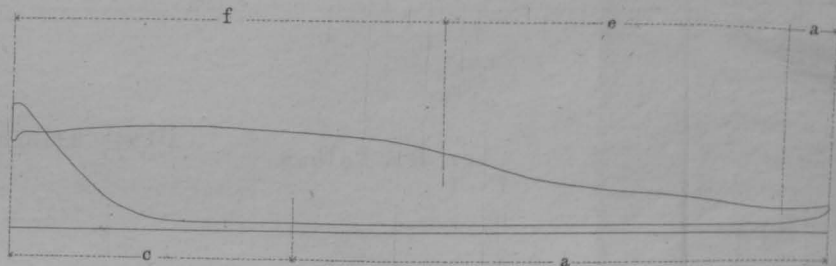


N<sup>o</sup>

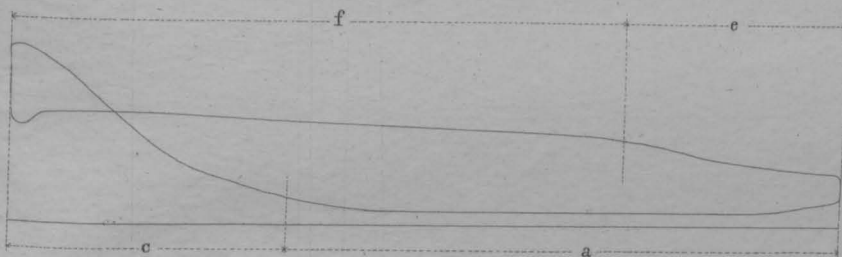
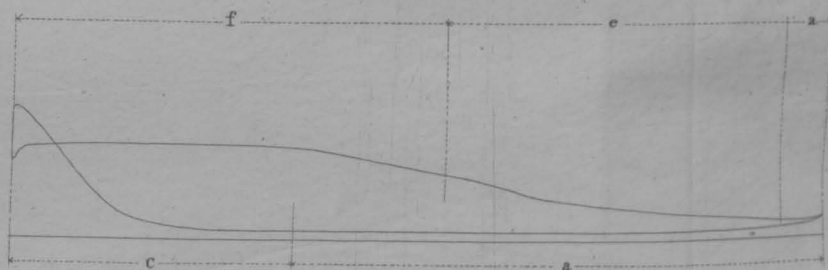
44.



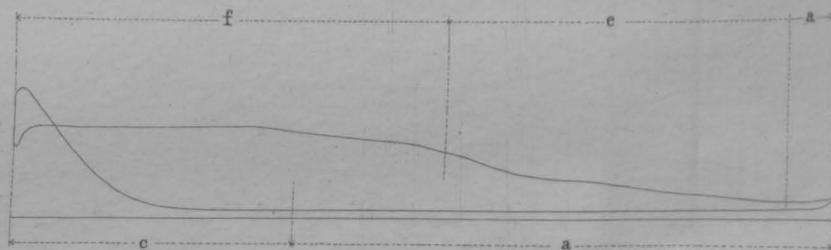
45.



46.



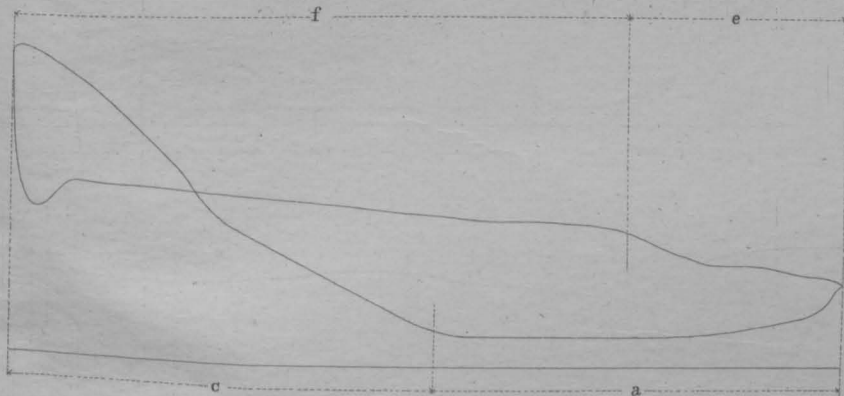
47.



Vor dem Kolben.

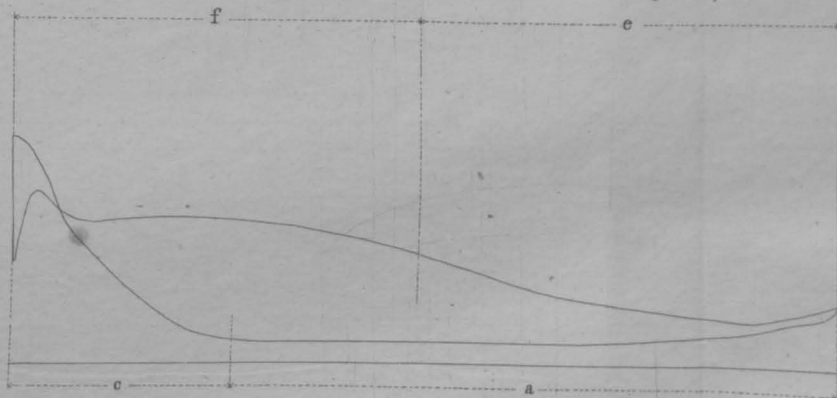
Diagramme der Tabelle N<sup>o</sup> VI.

Hinter dem Kolben.

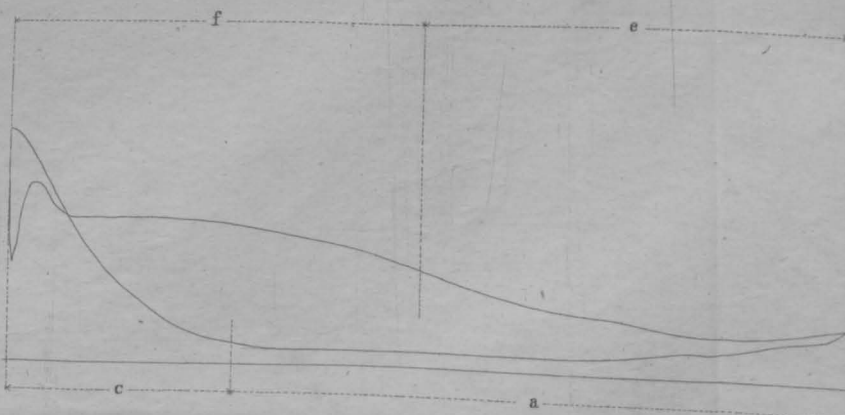


N<sup>o</sup>

48.



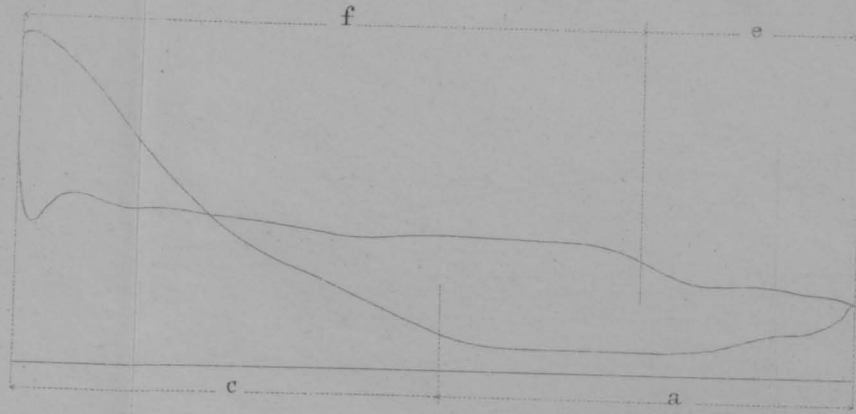
49.



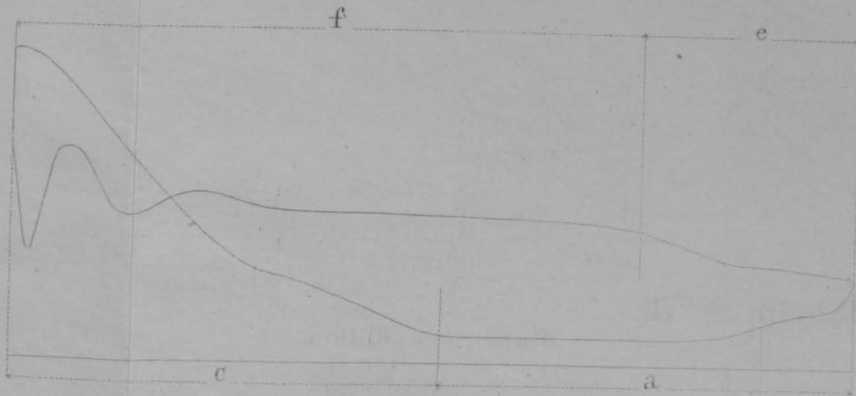
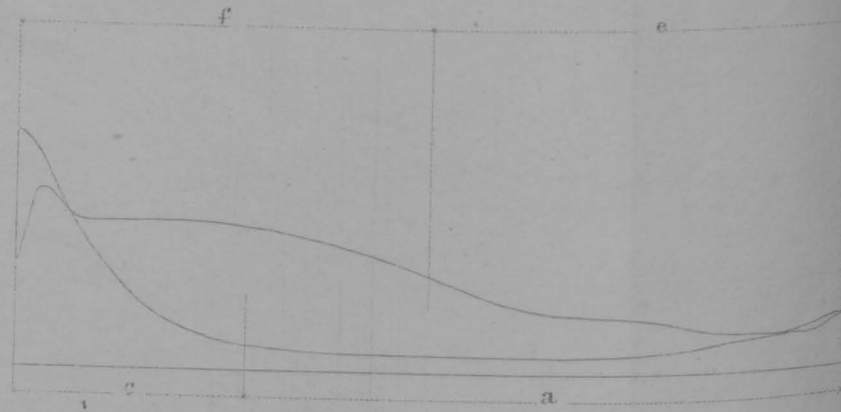
# Diagramme der Tabelle N<sup>o</sup> VI.

Vor dem Kolben.

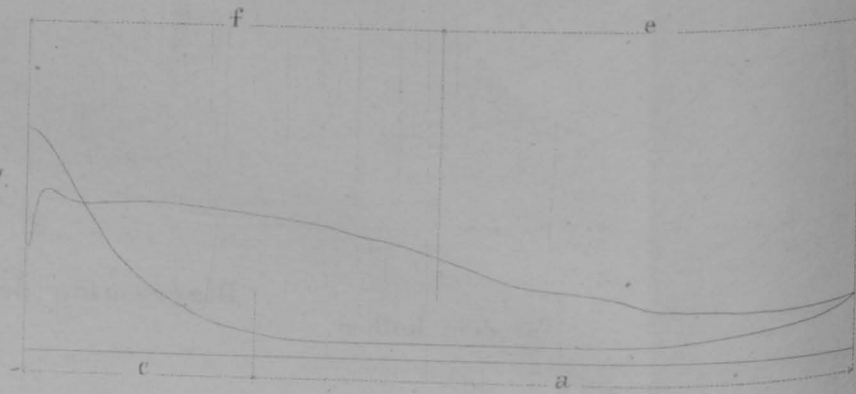
Hinter dem Kolben.



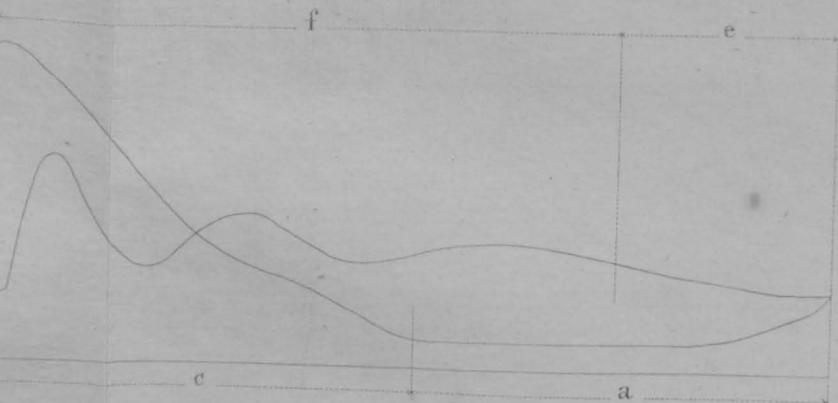
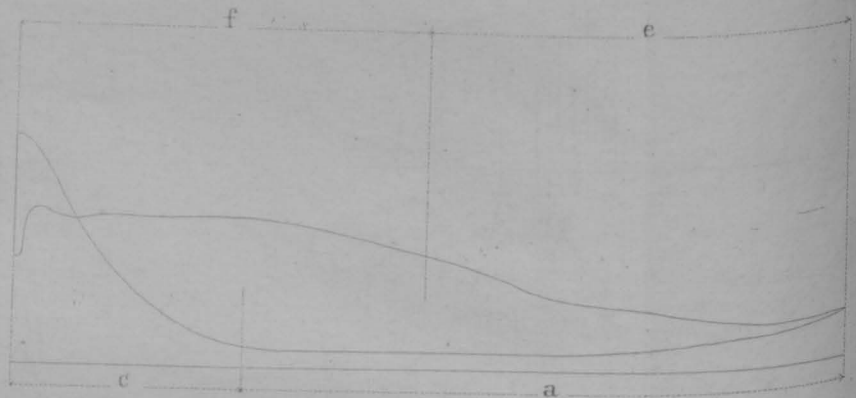
N<sup>o</sup>  
50.



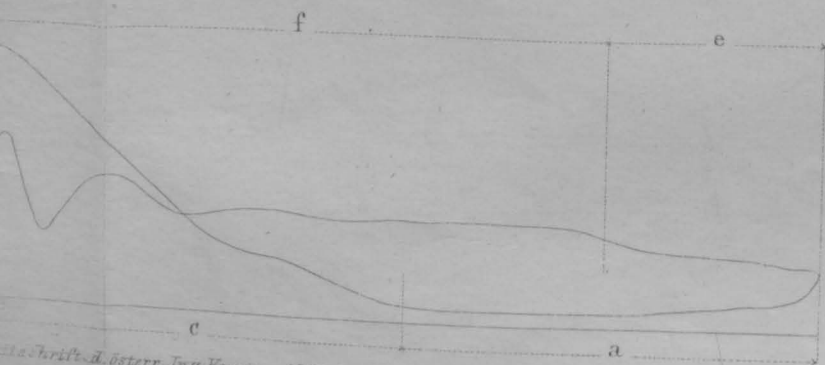
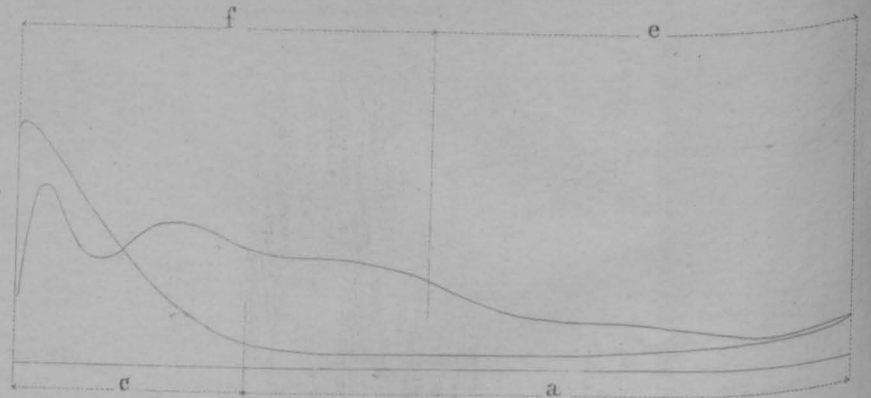
51.



52.



53.



54.





Vor dem Kolben.

Hinter dem Kolben.



Diagramme der Tabelle N<sup>o</sup> VII.

Vor dem Kolben.

Hinter dem Kolben.

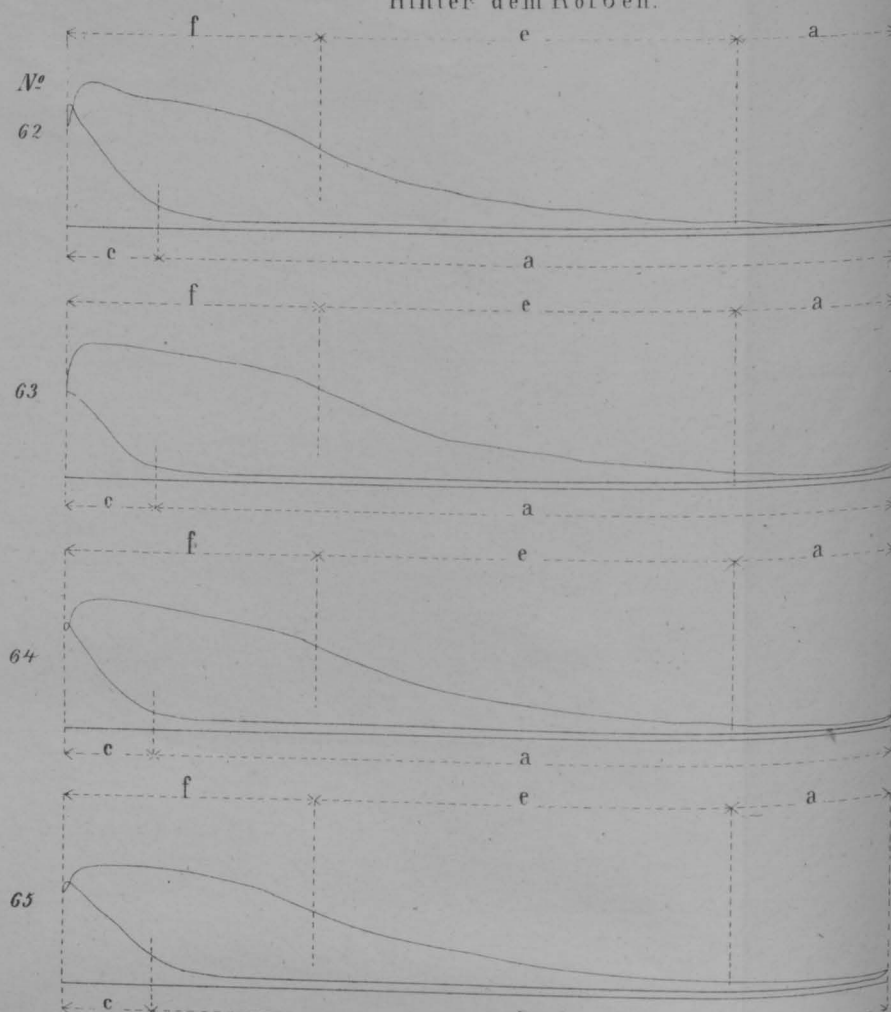
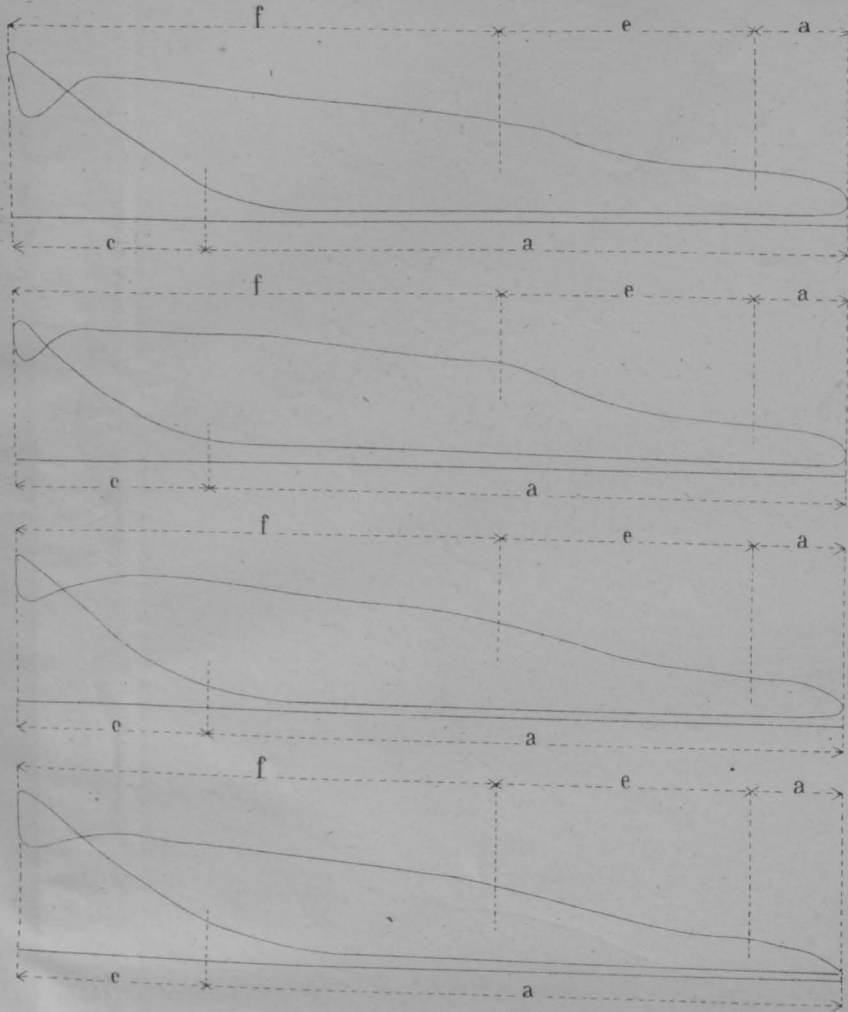




Vor dem Kolben.

Diagramme der Tabelle N<sup>o</sup> VII

Hinter dem Kolben.



Vor dem Kolben.

Diagramme der Tabelle N<sup>o</sup> VIII

Hinter dem Kolben.

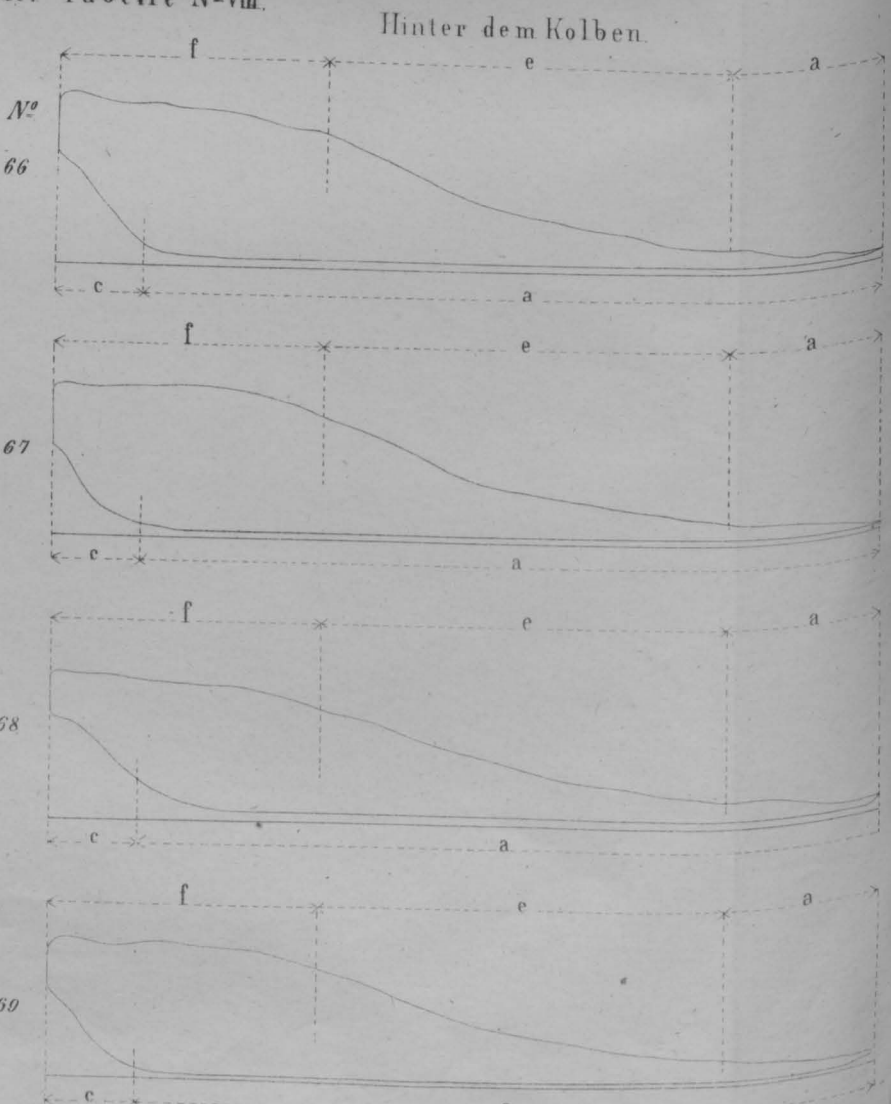
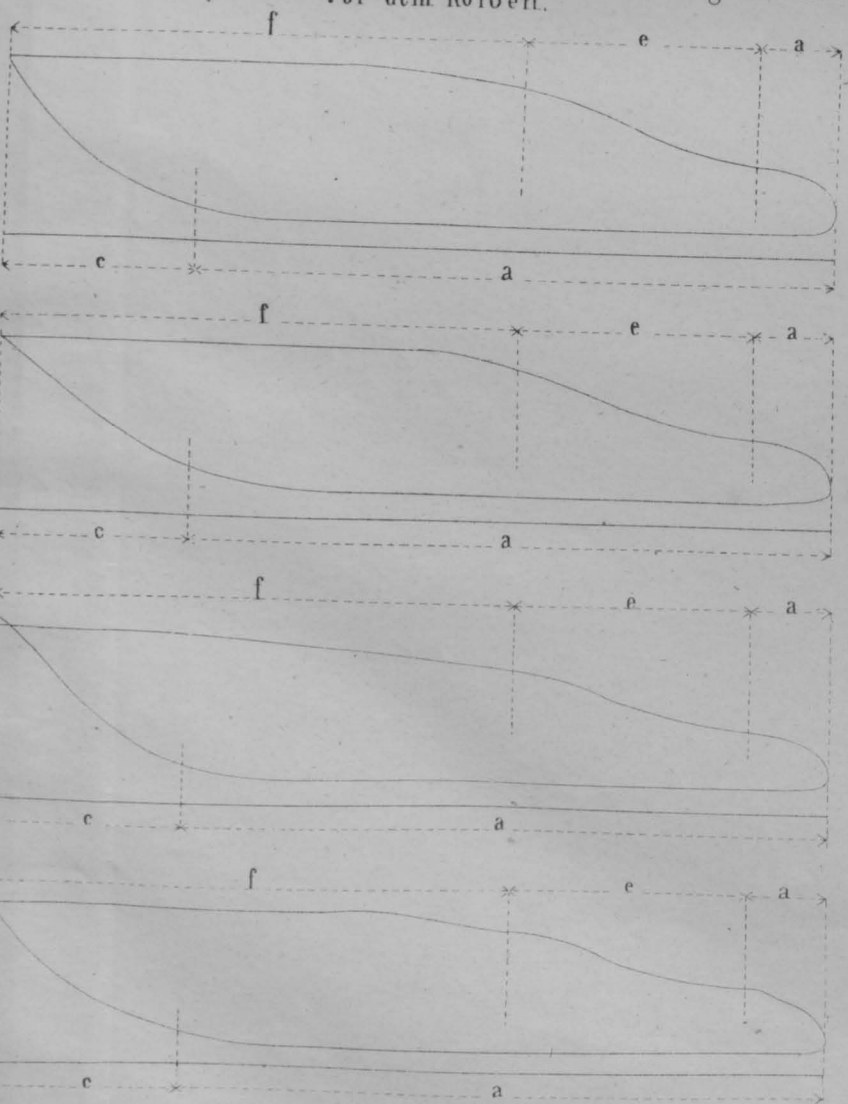
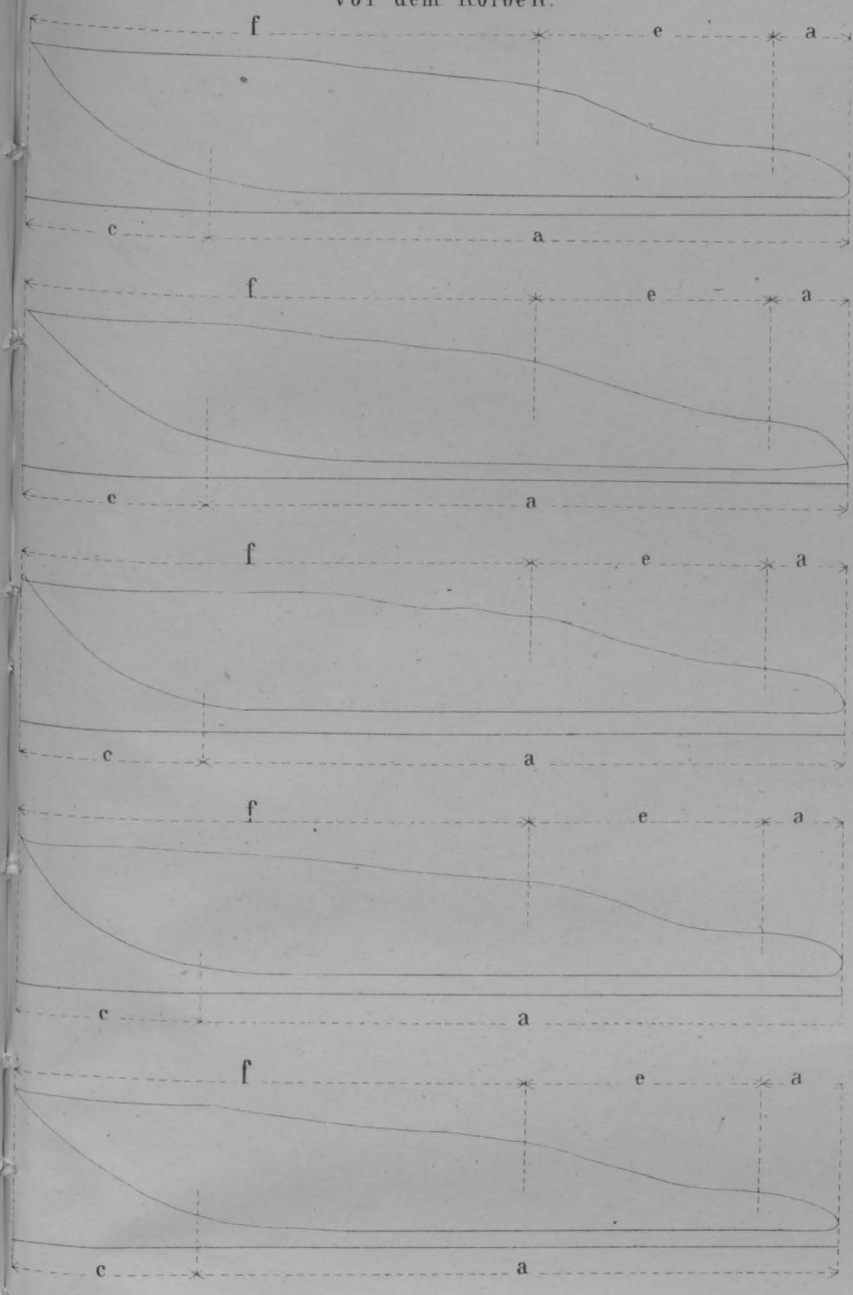


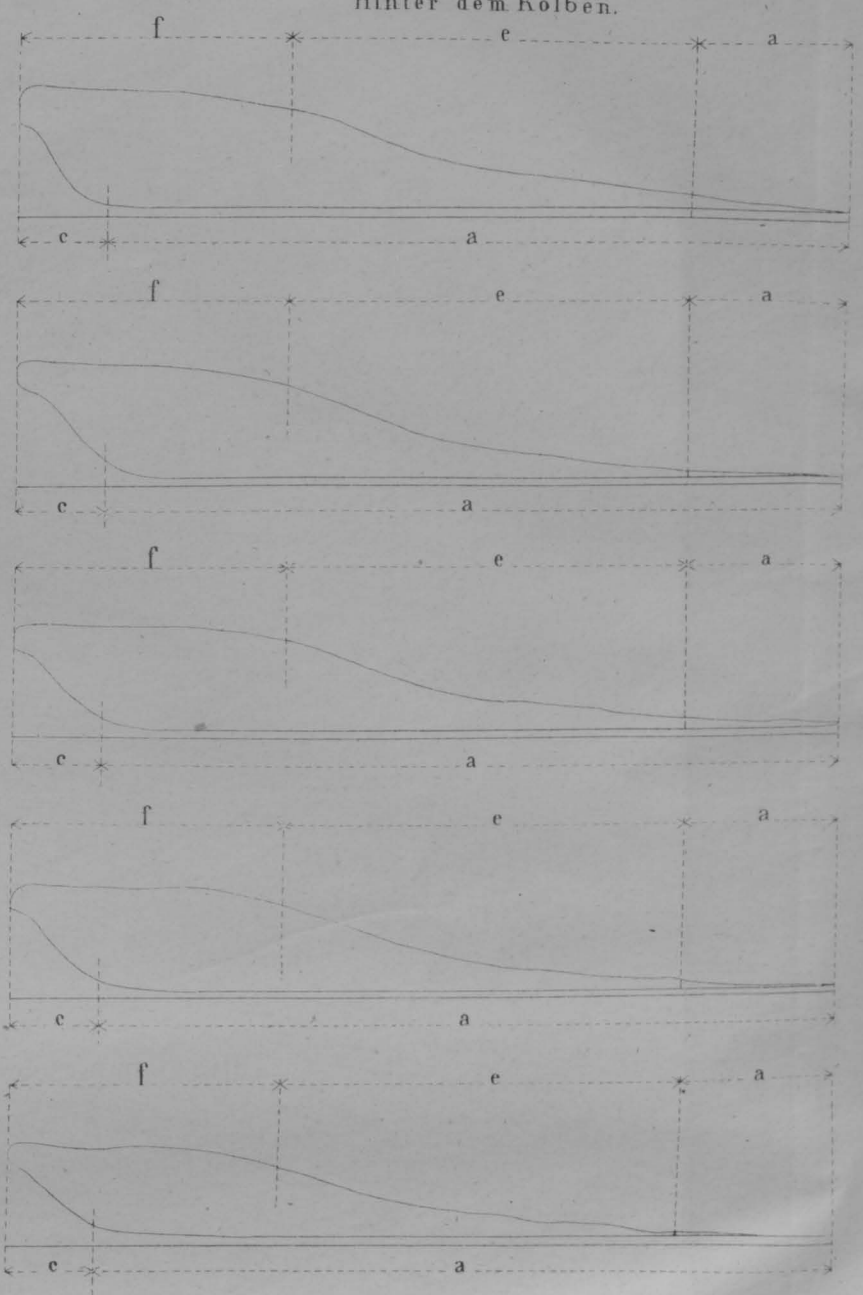
Diagramme der Tabelle N<sup>o</sup>VIII.

Vor dem Kolben.

Hinter dem Kolben.



N<sup>o</sup>  
70



71

72

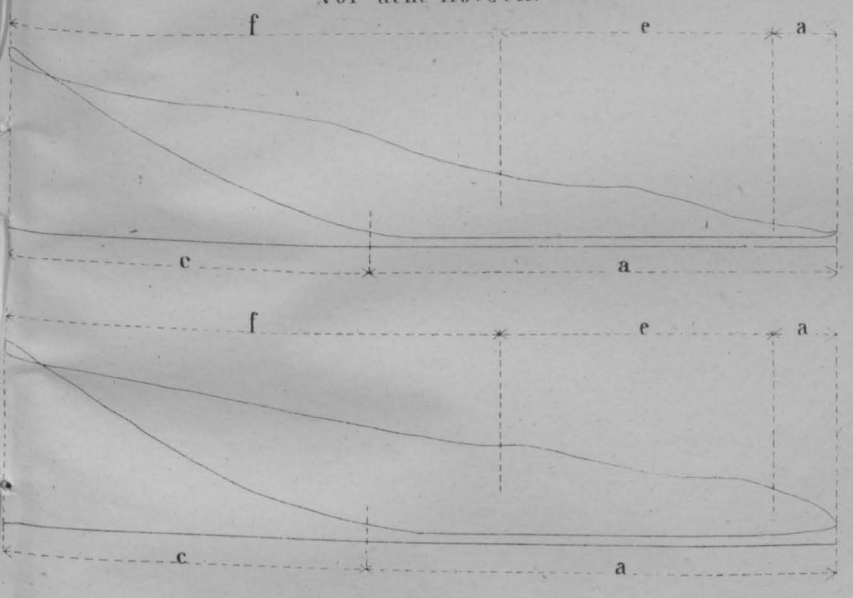
73

74

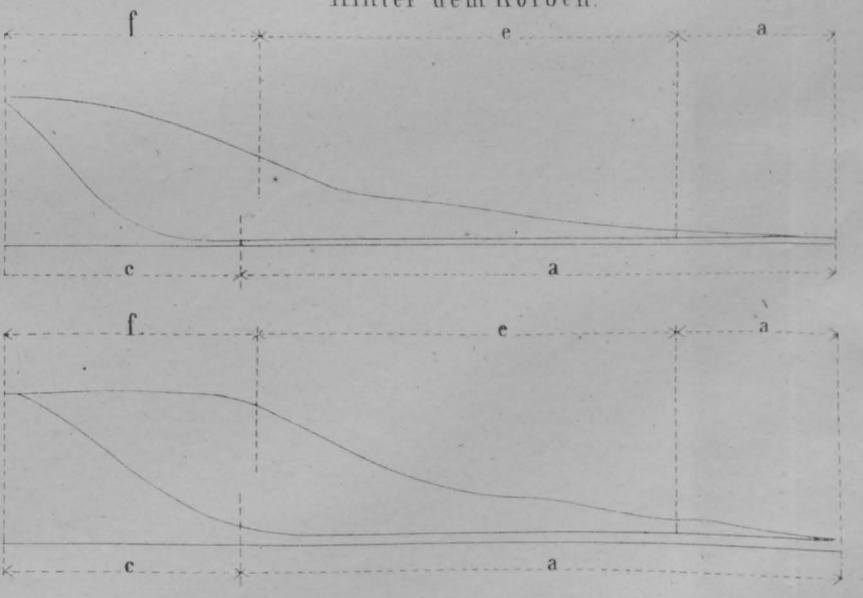
Diagramme der Tabelle N<sup>o</sup>IX.

Vor dem Kolben.

Hinter dem Kolben.



N<sup>o</sup>  
75

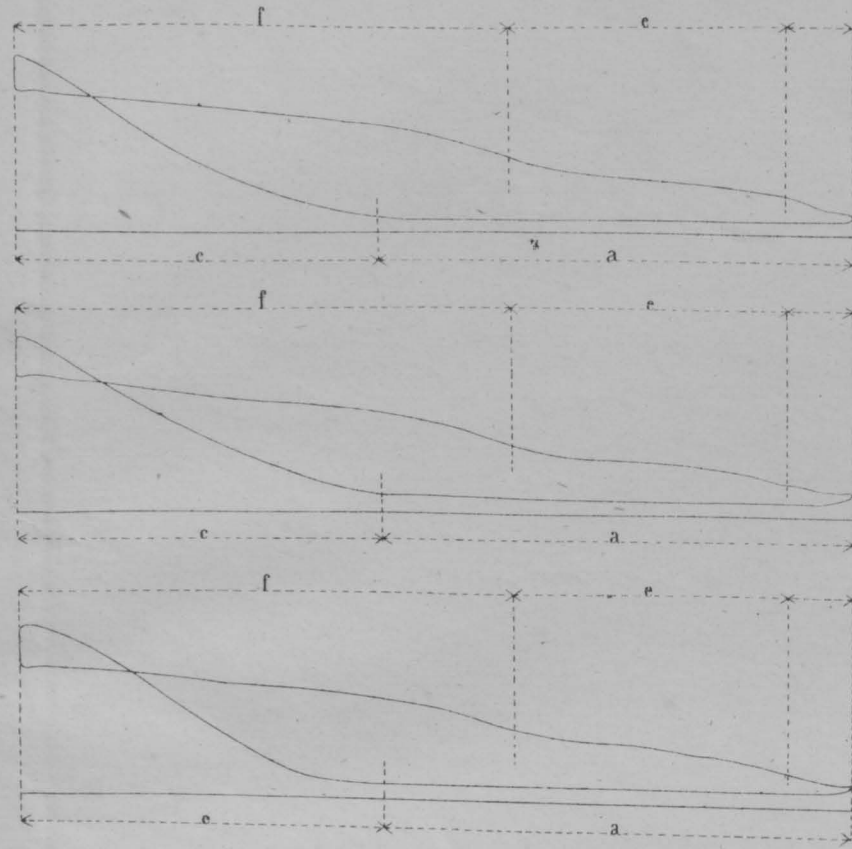


76

Vor dem Kolben.

Diagramme der Tabelle N<sup>o</sup> IX.

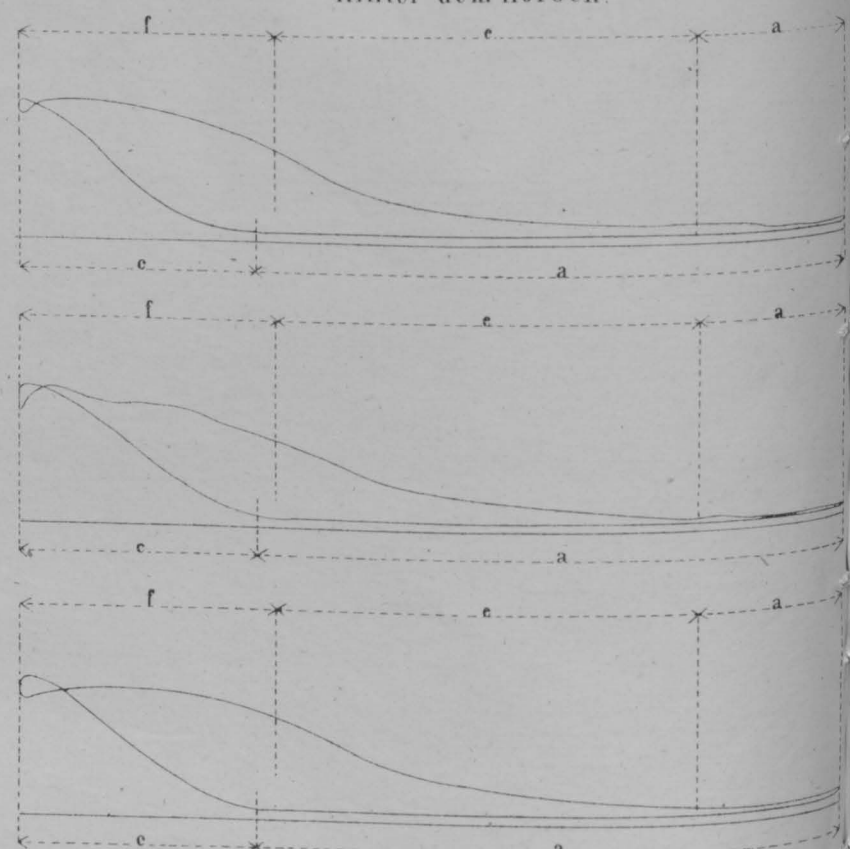
Hinter dem Kolben.



N<sup>o</sup>  
78

79

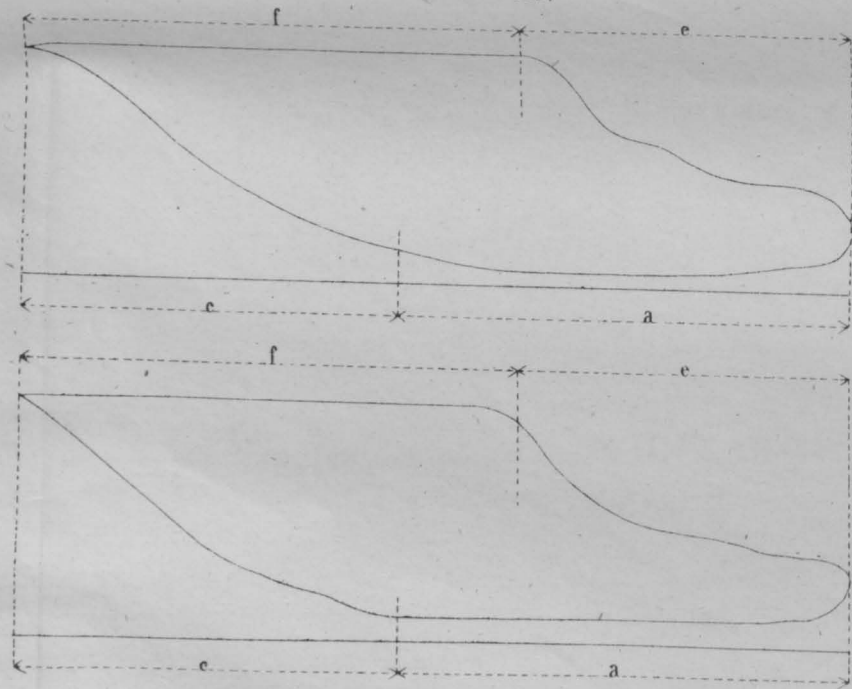
80



Vor dem Kolben.

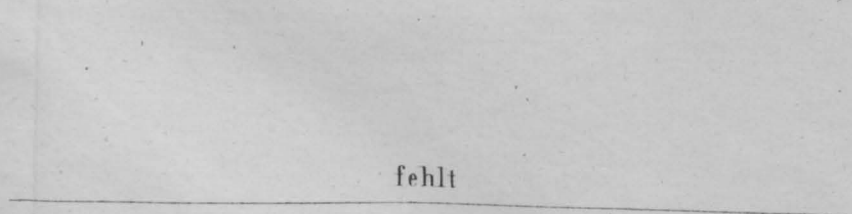
Diagramme der Tabelle N<sup>o</sup> X.

Hinter dem Kolben.

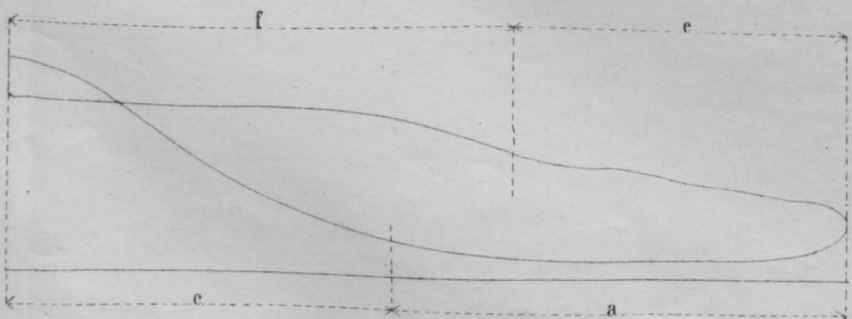


N<sup>o</sup>  
81

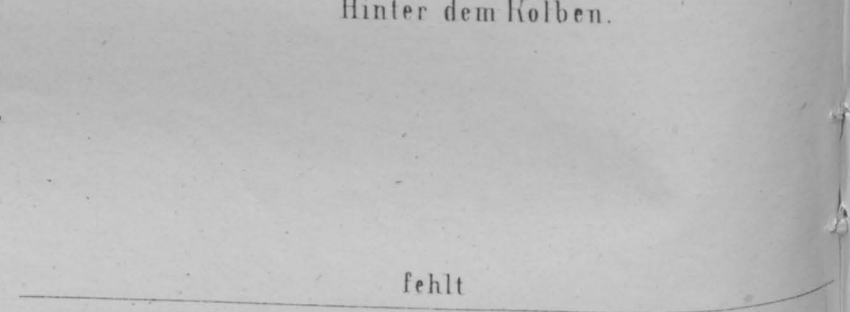
82



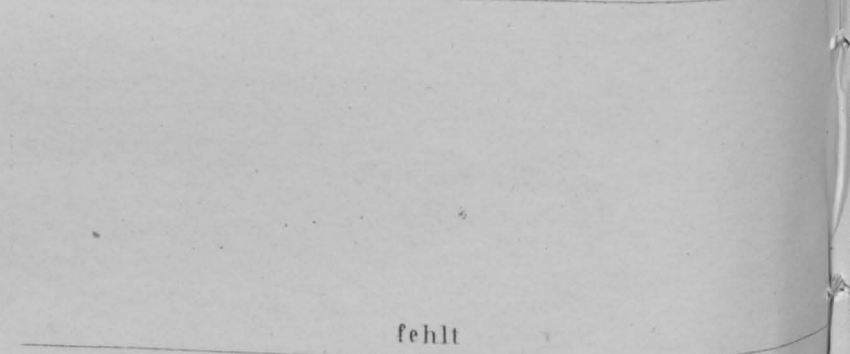
fehlt



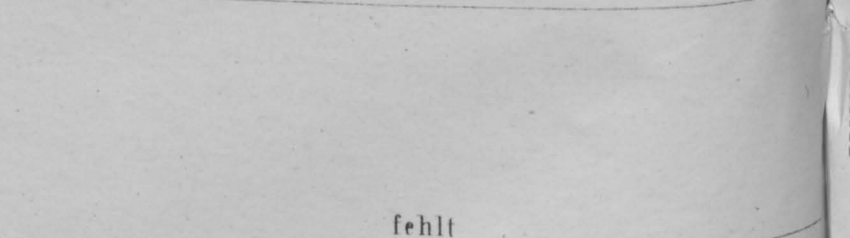
84



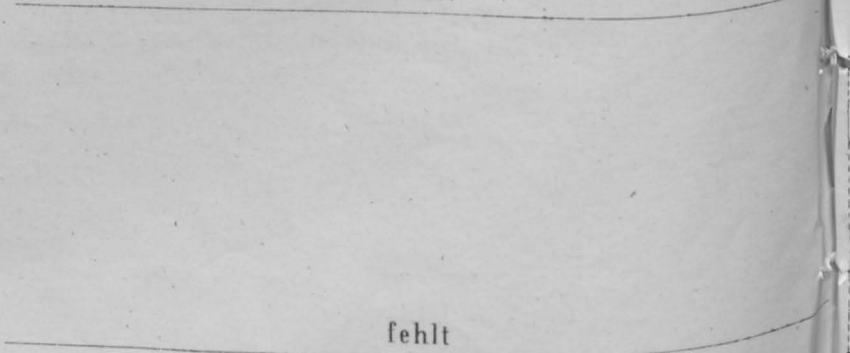
fehlt



fehlt



fehlt



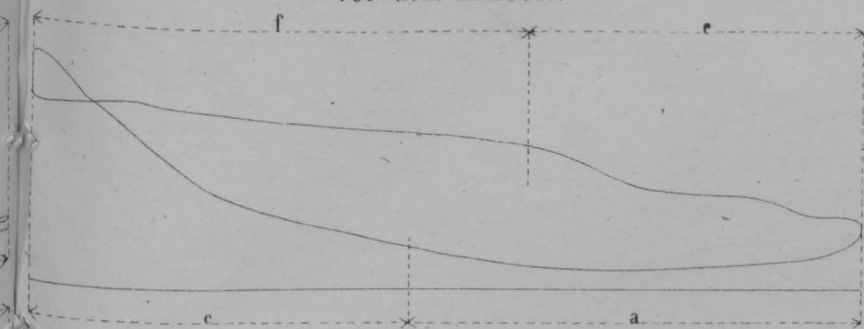
fehlt



Vor dem Kolben.

Diagramme der Tabelle N<sup>ro</sup> X.

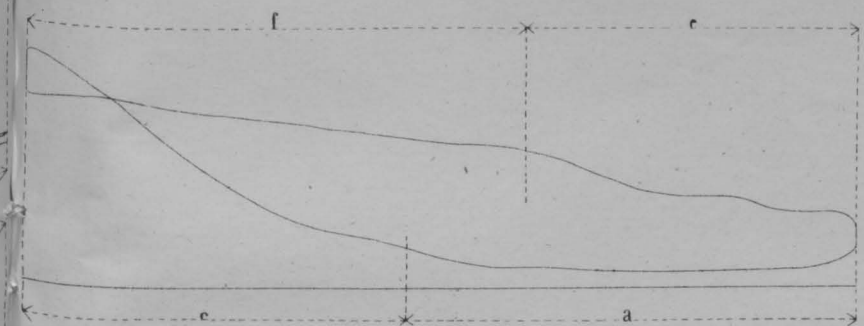
Hinter dem Kolben.



N<sup>o</sup>

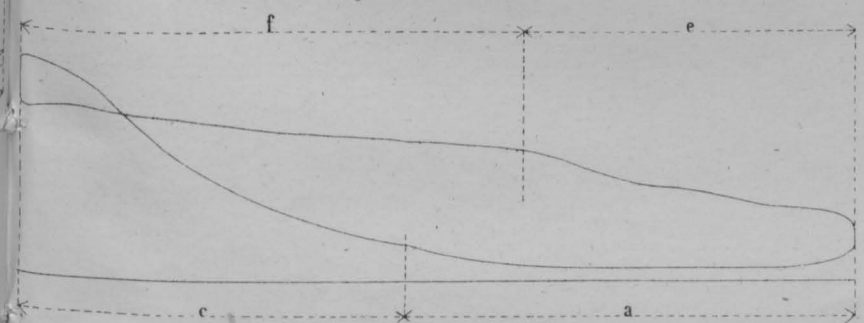
85

fehlt



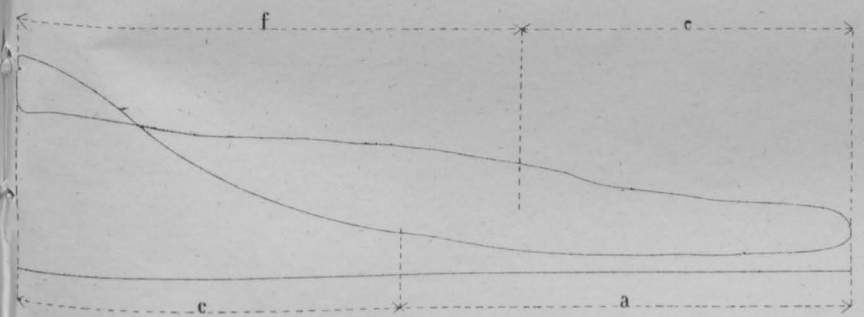
86

fehlt



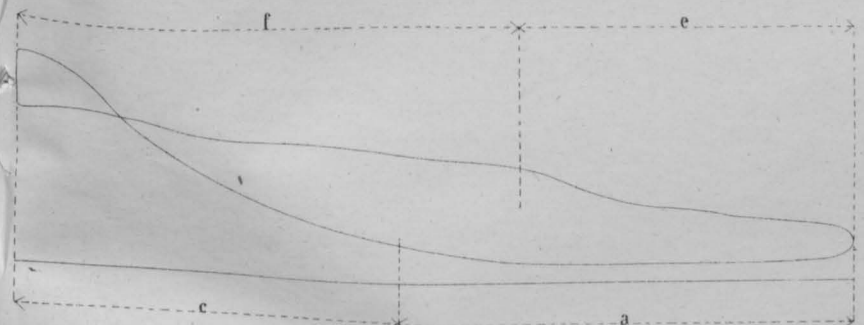
87

fehlt



88

fehlt



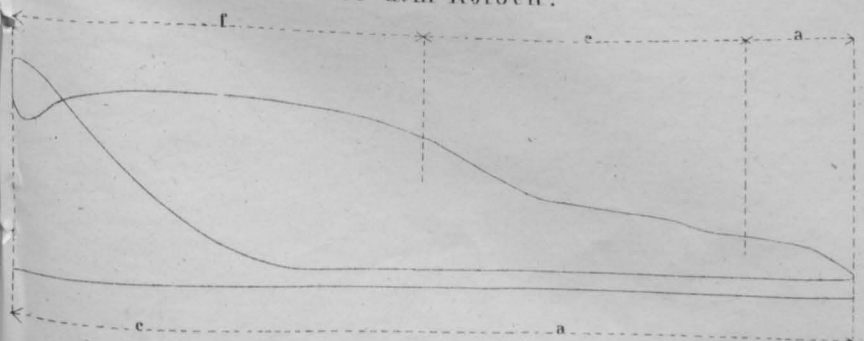
89

fehlt

Vor dem Kolben.

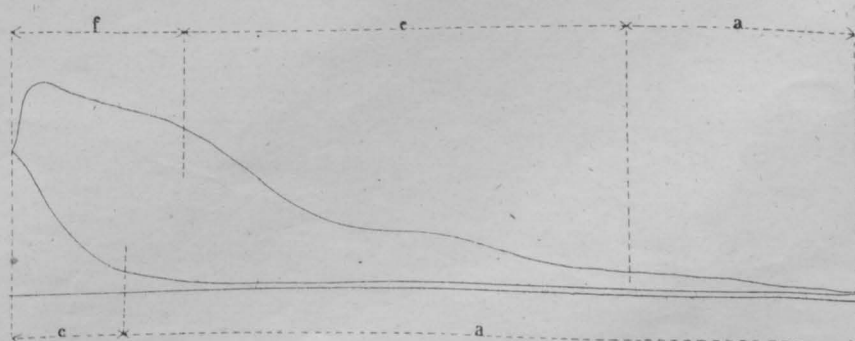
Diagramme der Tabelle N<sup>ro</sup> XI.

Hinter dem Kolben.



N<sup>o</sup>

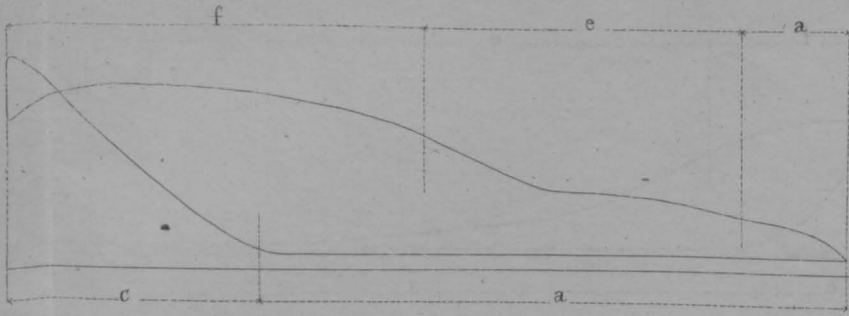
90



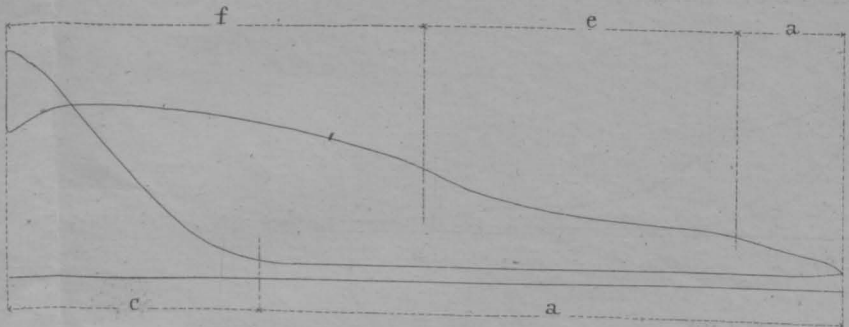
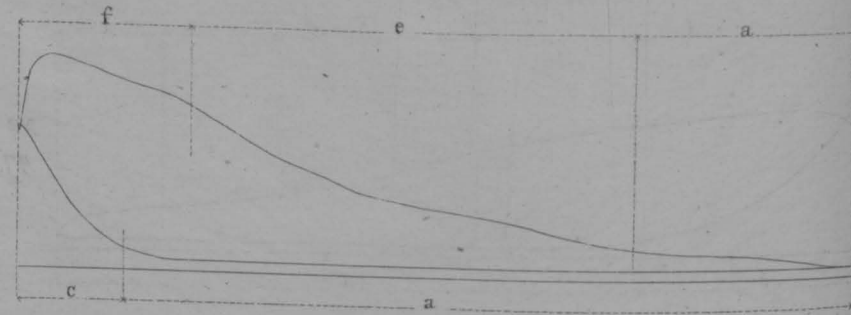
# Diagramme der Tabelle N<sup>o</sup> XI.

Vor dem Kolben.

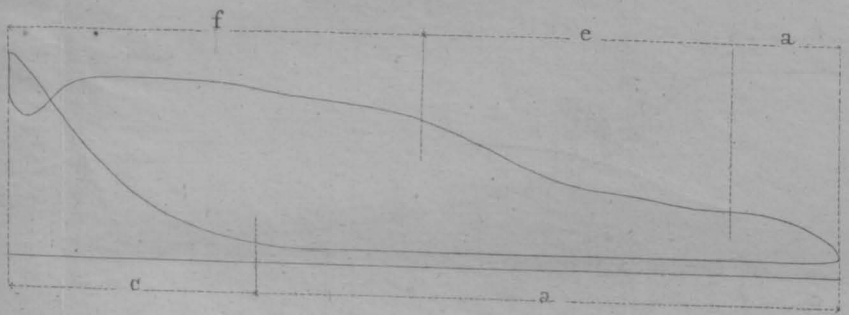
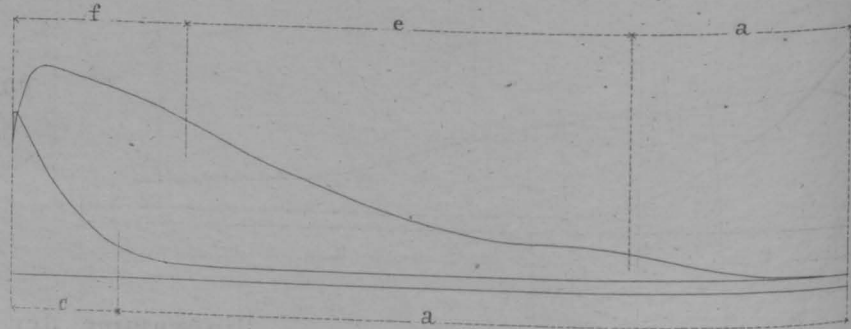
Hinter dem Kolben.



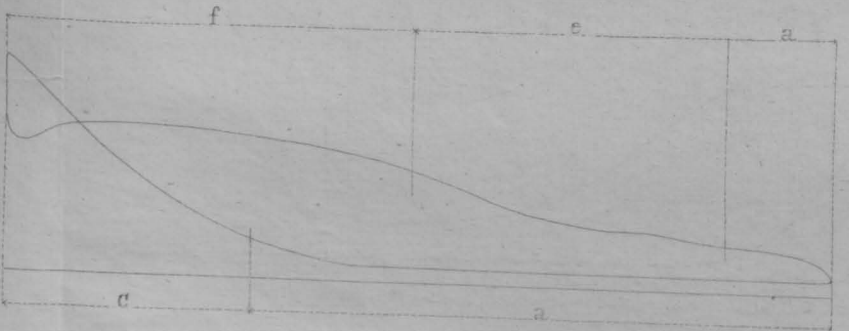
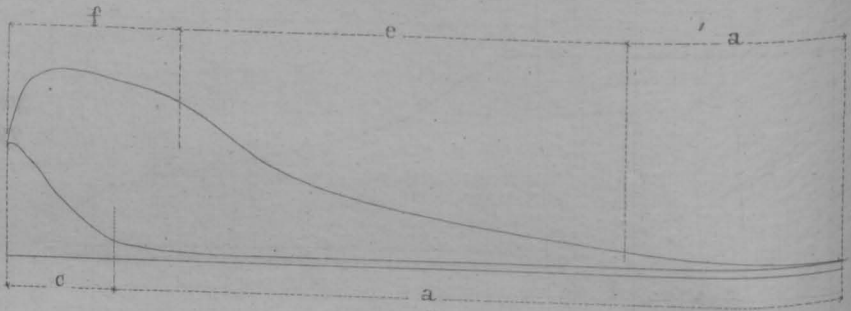
N<sup>o</sup>  
91.



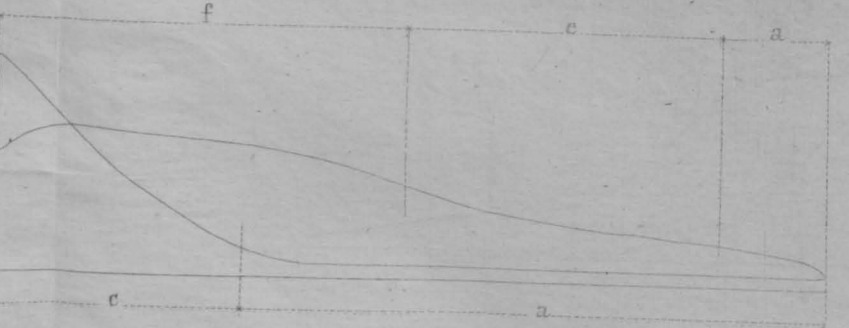
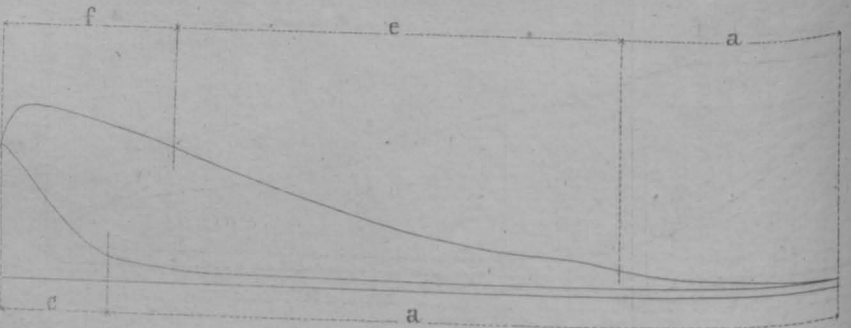
92.



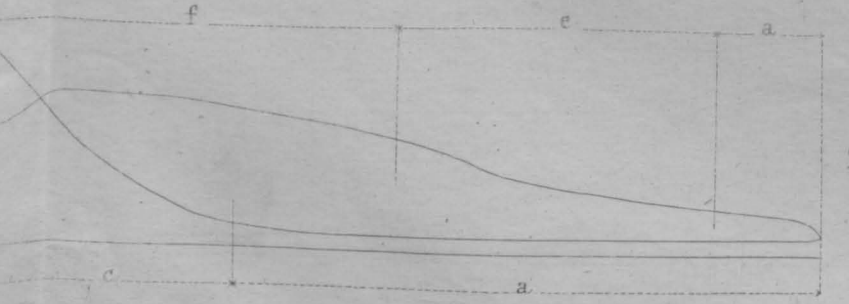
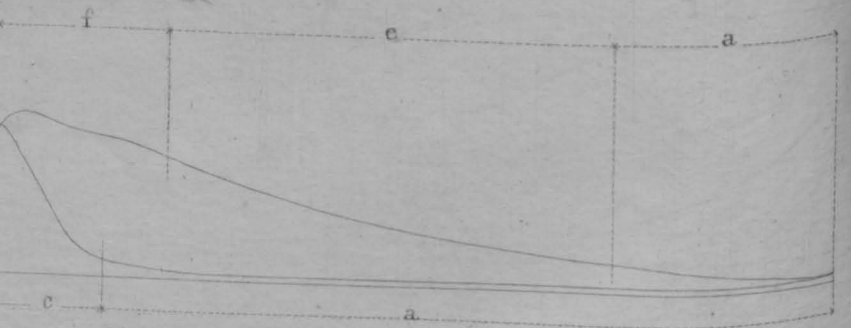
93.



94.



95.



96.

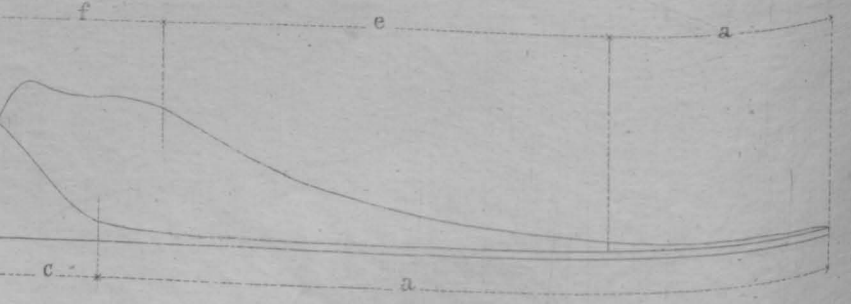


Diagramme der Tabelle N<sup>o</sup> XI.

Vor dem Kolben.

Hinter dem Kolben.

N<sup>o</sup>  
97.

98.

Diagramme der Tabelle N<sup>o</sup> XII.

Vor dem Kolben.

Hinter dem Kolben.

N<sup>o</sup>  
99.

100.

101.

102.



Diagramme der Tabelle Nº XII.

Vor dem Kolben.

Hinter dem Kolben.

Nº  
103.

104.

105.

106.

107.

Anhang.

Nº

108.

